

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-303574

(43)Date of publication of application : 18.10.2002

(51)Int.Cl.

G01N 21/35
G01J 1/08
G01J 3/02
G02B 7/00
// G02F 1/35

(21)Application number : 2001-105395

(71)Applicant : TOCHIGI NIKON CORP
NIKON CORP

(22)Date of filing : 04.04.2001

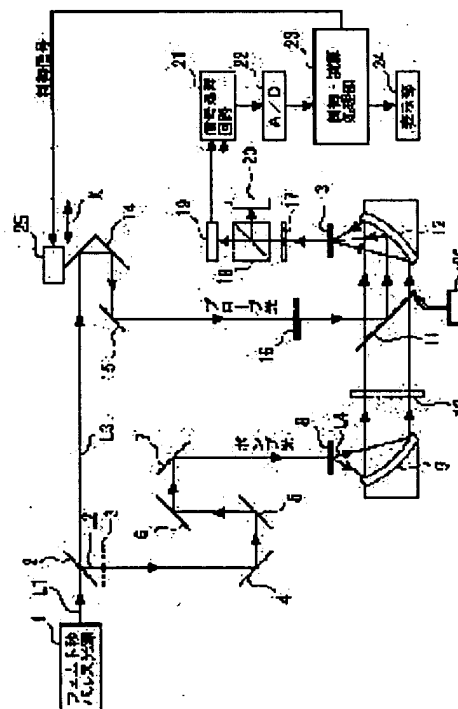
(72)Inventor : USAMI MAMORU

(54) TERAHERTZ OPTICAL DEVICE AND ITS ADJUSTING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately and easily adjust alignment of a terahertz optical system.

SOLUTION: The terahertz optical system has a terahertz light generator 8, a terahertz light detector 13, and a beam splitter 11 arranged between them, or the like. A rotating mechanism 26 can rotate the beam splitter 11 to a first rotational position (a position shown in Figure 1) of directing probe light to the detector 13 and a second rotational position (a position rotated 90° around an axis perpendicular to the paper surface from the position shown in Figure 1) of directing the probe light to the generator 8. Alignment of a curved mirror 12 and the detector 13 is adjusted so as to converge the probe light on an appropriate position of the detector 13 in the state of the first rotational position. Alignment of a curved mirror 9 and the generator 8 is adjusted so as to converge the probe light on a terahertz pulsed light generating point of the generator 8 in the state of the second rotational position.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-303574

(P2002-303574A)

(43) 公開日 平成14年10月18日 (2002. 10. 18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N 21/35		G 0 1 N 21/35	Z 2 G 0 2 0
G 0 1 J 1/08		G 0 1 J 1/08	2 G 0 5 9
3/02		3/02	Z 2 G 0 6 5
G 0 2 B 7/00		G 0 2 B 7/00	A 2 H 0 4 3
// G 0 2 F 1/35		G 0 2 F 1/35	2 K 0 0 2
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-105395 (P2001-105395)

(22) 出願日 平成13年4月4日 (2001. 4. 4)

(71) 出願人 592171153

株式会社栃木ニコン

栃木県大田原市実取770番地

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 宇佐見 護

栃木県大田原市実取770番地 株式会社栃
木ニコン内

(74) 代理人 100096770

弁理士 四宮 通

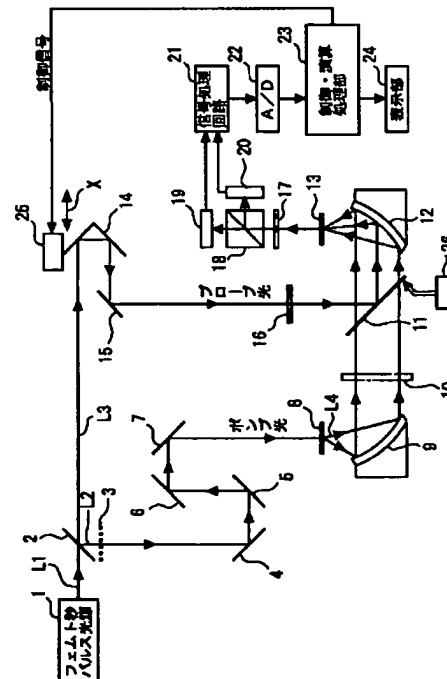
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 テラヘルツ光装置及びこれの調整方法

(57) 【要約】

【課題】 テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整する。

【解決手段】 テラヘルツ光学系は、テラヘルツ光発生器8及びテラヘルツ光検出器13、並びにそれらの間に配置されたビームスプリッタ11等を有する。回転機構26は、プローブ光を検出器13へ向かわせる第1の回転位置(図1に示す位置)、及び、プローブ光を発生器8へ向かわせる第2の回転位置(図1に示す位置から紙面に垂直な軸回りに90°回転した位置)に、ビームスプリッタ11を回転させ得る。第1の回転位置の状態、プローブ光が検出器13の適切な位置に集光するように、曲面鏡12及び検出器13のアライメントを調整する。第2の回転位置の状態、プローブ光が発生器8のテラヘルツパルス光発生点に集光するように、曲面鏡9及び発生器8のアライメントを調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 テラヘルツ光の発生部と、該発生部から発生して所定の光路を経て到達するテラヘルツ光を検出する検出部と、前記発生部と前記検出部との間の光路上に配置されたビームスプリッタと、を有するテラヘルツ光学系と、

前記検出部によるテラヘルツ光の検出時に、前記ビームスプリッタを介して前記検出部にプローブ光を照射するプローブ光照射部と、

前記ビームスプリッタを、前記プローブ光照射部からの前記プローブ光を前記検出部へ向かわせる第1の回転位置、及び、前記プローブ光照射部からの前記プローブ光を前記発生部へ向かわせる第2の回転位置に、回転させ得る回転機構と、

を備えたことを特徴とするテラヘルツ光装置。

【請求項2】 テラヘルツ光の発生部と、該発生部から発生して所定の光路を経て到達するテラヘルツ光を検出する検出部と、前記発生部と前記検出部との間の光路上に配置されたビームスプリッタとを有するテラヘルツ光学系と、

前記検出部によるテラヘルツ光の検出時に、前記ビームスプリッタを介して前記検出部にプローブ光を照射するプローブ光照射部と、

を備えたテラヘルツ光装置の、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する調整方法であって、

前記ビームスプリッタを、前記プローブ光照射部からの前記プローブ光を前記検出部へ向かわせる第1の回転位置、及び、前記プローブ光照射部からの前記プローブ光を前記発生部へ向かわせる第2の回転位置に、回転させ得る回転機構を用いて、前記ビームスプリッタを前記第2の回転位置に位置させた状態で、前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する第1の段階と、

前記第1の段階の後に、前記回転機構を用いて、前記ビームスプリッタを前記第1の回転位置に位置させる第2の段階と、

を備えたことを特徴とする調整方法。

【請求項3】 前記ビームスプリッタを前記第1の回転位置に位置させた状態で、前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する第3の段階を備えたことを特徴とする請求項2記載の調整方法。

【請求項4】 前記第3の段階は、前記プローブ光照射部から発して前記検出部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むことを特徴とする請求項3記載の調整方法。

【請求項5】 前記第3の段階は、前記プローブ光照射部から発して前記検出部で反射された後に前記ビームスプリッタを介して前記発生部の付近に到達する前記プロ

ーブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むことを特徴とする請求項3又は4記載の調整方法。

【請求項6】 前記第1の段階は、前記プローブ光照射部から発して前記発生部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むことを特徴とする請求項2乃至5のいずれかに記載の調整方法。

【請求項7】 前記第1の段階は、前記プローブ光照射部から発して前記発生部で反射された後に前記ビームスプリッタを介して前記検出部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むことを特徴とする請求項2乃至6のいずれかに記載の調整方法。

【請求項8】 テラヘルツ光の発生部と、該発生部から発生して所定の光路を経て到達するテラヘルツ光を検出する検出部と、前記発生部と前記検出部との間の光路上に配置されたビームスプリッタとを有するテラヘルツ光学系と、

前記検出部によるテラヘルツ光の検出時に、前記ビームスプリッタを介して前記検出部にプローブ光を照射するプローブ光照射部と、

を備えたテラヘルツ光装置の、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する調整方法であって、

前記プローブ光照射部から発して前記検出部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階と、

前記プローブ光照射部から発して前記検出部で反射された後に前記ビームスプリッタを介して前記発生部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階と、を備えたことを特徴とする調整方法。

【請求項9】 テラヘルツ光の発生部と、該発生部から発生して所定の光路を経て到達するテラヘルツ光を検出する検出部と、前記発生部と前記検出部との間の光路上に配置された第1のビームスプリッタとを有するテラヘルツ光学系と、

前記検出部によるテラヘルツ光の検出時に、前記第1のビームスプリッタを介して前記検出部にプローブ光を照射するプローブ光照射部と、

を備えたテラヘルツ光装置の、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する調整方法であって、

前記プローブ光の光路上又は前記テラヘルツ光の光路上に第2のビームスプリッタを配置して、前記第2のビームスプリッタを介して前記発生部へ向かうように調整用の光を入射させ、当該調整用の光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を備えたことを特徴とする調整方法。

【請求項10】 前記段階は、前記発生部で反射された前記調整用の光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ

光学系のアライメントを調整する段階を含むことを特徴とする請求項1記載の調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、テラヘルツ光装置、及びこれのテラヘルツ光学系のアライメントをを調整する調整方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、物質の測定・検査・イメージ化及びその他の種々の分野において、テラヘルツ分光法などのテラヘルツ光の利用技術の有用性が認識されてきており、テラヘルツ光学系を有する種々のテラヘルツ光装置が、既に提供されあるいは新たに開発されようとしている。

【0003】テラヘルツ光は人間の目で見えないのは勿論のこと、現時点ではテラヘルツ光を観察し得る簡便な観察ツールも存在しない。

【0004】そこで、従来、テラヘルツ光学系のアライメントの調整は、ダイホールアンテナなどのテラヘルツ光源をピンホールなどに置き換え、ピンホールに可視光又は近赤外光（多くの場合、ポンプ光そのもの）を通し、その透過光の様子を観察しながら行われていた。すなわち、ピンホールの透過光の光路がテラヘルツ光の光路と同一であるとみなすことにより行われていた。

【0005】なお、可視光の場合は、その照射位置等を肉眼で直接的に観察することが可能である。近赤外光等の場合は、近赤外光に感応して可視光を発光する材料をシート部材に塗布したカード式赤外センサ（例えば、シグマ光機株式会社から市販されている「SIRC-

（1）」（商品名））などの簡便な観察ツールを用いることにより、簡単に観察することができる。

【0006】ところが、テラヘルツ光源をピンホールと同じ位置に正確に置き換えることは非常に困難であるため、ピンホールの透過光を基準にしてテラヘルツ光学系のアライメントを調整した後に、ピンホールをテラヘルツ光源に置き換えるだけでは、そのアライメントを正確に調整することはできない。

【0007】そこで、テラヘルツ光学系のアライメントを調整する従来の調整方法では、実際には、ピンホールの透過光を基準にしてアライメントを調整してから、ピンホールをテラヘルツ光源に置き換えた後に、テラヘルツ光の検出信号の強度を測定しつつその強度が高まるように、テラヘルツ光学系のアライメントを再調整して最適化していた。この作業には、テラヘルツ光の検出信号の強度を頼りにテラヘルツ光学系のアライメントを少しずつ変えていく試行錯誤の繰り返しが不可欠であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の調整方法では、テラヘルツ光学系のアライメントを正確に行うためには、前述した試行錯誤の繰り返しが必

要であったので、著しく手数を要していた。

【0009】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整することができるテラヘルツ光装置を提供することを目的とする。

【0010】また、本発明は、テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整することができる調整方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明の第1の態様によるテラヘルツ光装置は、
（a）テラヘルツ光の発生部と、該発生部から発生して所定の光路を経て到達するテラヘルツ光を検出する検出部と、前記発生部と前記検出部との間の光路上に配置されたビームスプリッタと、を有するテラヘルツ光学系と、
（b）前記検出部によるテラヘルツ光の検出時に、前記ビームスプリッタを介して前記検出部にプローブ光を照射するプローブ光照射部と、
（c）前記ビームスプリッタを、前記プローブ光照射部からの前記プローブ光を前記検出部へ向かわせる第1の回転位置、及び、前記プローブ光照射部からの前記プローブ光を前記発生部へ向かわせる第2の回転位置に、回転させ得る回転機構と、を備えたものである。

【0012】なお、前記第2の回転位置は、例えば、前記第1の回転位置から90°回転した位置に設定することができる。この点は、後述する第2乃至第7の態様についても同様である。また、前記プローブ光としては、例えば、可視光又は近赤外光を用いることができる。この点は、後述する第2乃至第8の態様についても同様である。

【0013】この第1の態様によれば、前記回転機構を備えているので、例えば、後述する第2乃至第7の態様による調整方法を実現することができ、プローブ光を利用してテラヘルツ光学系のアライメントを調整することができる。そして、回転機構の回転位置の位置決め精度は容易に高めておくことができるので、プローブ光を利用したアライメントの調整後に、前記従来の調整方法で必要であった前述した試行錯誤の繰り返しが大幅に軽減される、または不要となる。したがって、前記第1の態様によれば、テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整することができる。

【0014】本発明の第2の態様による調整方法は、

（a）テラヘルツ光の発生部と、該発生部から発生して所定の光路を経て到達するテラヘルツ光を検出する検出部と、前記発生部と前記検出部との間の光路上に配置されたビームスプリッタとを有するテラヘルツ光学系と、
（b）前記検出部によるテラヘルツ光の検出時に、前記ビームスプリッタを介して前記検出部にプローブ光を照射するプローブ光照射部と、を備えたテラヘルツ光装置

の、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する調

整方法である。そして、この第2の態様による調整方法は、(a)前記ビームスプリッタを、前記プローブ光照射部からの前記プローブ光を前記検出部へ向かわせる第1の回転位置、及び、前記プローブ光照射部からの前記プローブ光を前記発生部へ向かわせる第2の回転位置に、回転させ得る回転機構を用いて、前記ビームスプリッタを前記第2の回転位置に位置させた状態で、前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する第1の段階と、(c)前記第1の段階の後に、前記回転機構を用いて、前記ビームスプリッタを前記第1の回転位置に位置させる第2の段階と、を備えたものである。

【0015】本発明の第3の態様による調整方法は、前記第2の態様において、前記ビームスプリッタを前記第1の回転位置に位置させた状態で、前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する第3の段階を備えたものである。この第3の段階と前記第1及び第2の段階との時間的な前後関係は、何ら限定されるものではない。

【0016】本発明の第4の態様による調整方法は、前記第2の態様において、前記第3の段階は、前記プローブ光照射部から発して前記検出部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むものである。

【0017】本発明の第5の態様による調整方法は、前記第3又は第4の態様において、前記第3の段階は、前記プローブ光照射部から発して前記検出部で反射された後に前記ビームスプリッタを介して前記発生部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むものである。

【0018】本発明の第6の態様による調整方法は、前記第2乃至第5のいずれかの態様において、前記第1の段階は、前記プローブ光照射部から発して前記発生部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むものである。

【0019】本発明の第7の態様による調整方法は、前記第2乃至第6のいずれかの態様において、前記第1の段階は、前記プローブ光照射部から発して前記発生部で反射された後に前記ビームスプリッタを介して前記検出部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むものである。

【0020】前記3乃至第7の態様によれば、プローブ光を利用してテラヘルツ光学系のアライメントを調整することができる。そして、回転機構の回転位置の位置決め精度は容易に高めておくことができるので、プローブ光を利用したアライメントの調整後に、前記従来の調整方法で必要であった前述した試行錯誤の繰り返しが大幅

に軽減される、または不要となる。したがって、前記第3乃至第7の態様によれば、テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整することができる。

【0021】本発明の第8の態様による調整方法は、

(a)テラヘルツ光の発生部と、該発生部から発生して所定の光路を経て到達するテラヘルツ光を検出する検出部と、前記発生部と前記検出部との間の光路上に配置されたビームスプリッタとを有するテラヘルツ光学系と、

(b)前記検出部によるテラヘルツ光の検出時に、前記ビームスプリッタを介して前記検出部にプローブ光を照射するプローブ光照射部と、を備えたテラヘルツ光装置の、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する調整方法である。そして、この第8の態様による調整方法は、(a)前記プローブ光照射部から発して前記検出部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階と、(b)前記プローブ光照射部から発して前記検出部で反射された後に前記ビームスプリッタを介して前記発生部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階と、を備えたものである。

【0022】この第8の態様では、プローブ光照射部から発して検出部の付近に到達するプローブ光の様子を観察しながら、テラヘルツ光学系のアライメントを調整するだけでなく、プローブ光照射部から発して検出部で反射された後にビームスプリッタを介して前記発生部の付近に到達する前記プローブ光の様子を観察しながら、テラヘルツ光学系のアライメントを調整する。したがって、前記第8の態様によれば、前記ビームスプリッタを回転させる回転機構を用いなくても、プローブ光を利用してテラヘルツ光学系のアライメントを調整することができ、また、前記従来の調整方法で必要であった前述した試行錯誤の繰り返しが大幅に軽減される、または不要となる。このため、前記第8の態様によれば、前記第3乃至第7の態様に比べて、テラヘルツ光学系のアライメントをより正確かつより簡単に調整することができ、しかもテラヘルツ光装置のコストダウンを図ることができる。

【0023】本発明の第9の態様による調整方法は、

(a)テラヘルツ光の発生部と、該発生部から発生して所定の光路を経て到達するテラヘルツ光を検出する検出部と、前記発生部と前記検出部との間の光路上に配置された第1のビームスプリッタとを有するテラヘルツ光学系と、(b)前記検出部によるテラヘルツ光の検出時に、前記第1のビームスプリッタを介して前記検出部にプローブ光を照射するプローブ光照射部と、を備えたテラヘルツ光装置の、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する調整方法である。そして、この第9の態様による調整方法は、前記プローブ光の光路上又は前記テラヘルツ光の光路上に第2のビームスプリッタを配置し

て、前記第2のビームスプリッタを介して前記発生部へ向かうように調整用の光を入射させ、当該調整用の光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を備えたものである。前記調整用の光としては、例えば、可視光又は近赤外光を用いることができる。

【0024】この第9の態様では、プローブ光の光路上又はテラヘルツ光の光路上に配置した第2のビームスプリッタを介してテラヘルツ光の発生部へ向かうように調整用の光を入射させ、当該調整用の光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する。したがって、前記第2乃至第7の態様で用いられるような回転機構を用いなくても、外部から導入した調整用の光を利用してテラヘルツ光学系のアライメントを調整することができ、また、前記従来の調整方法が必要であった前述した試行錯誤の繰り返しが大幅に軽減される、または不要となる。このため、前記第9の態様によれば、前記第3乃至第7の態様に比べて、テラヘルツ光学系のアライメントをより正確かつより簡単に調整することができ、しかもテラヘルツ光装置のコストダウンを図ることができる。

【0025】本発明の第10の態様による調整方法は、前記第9の態様において、前記段階は、前記発生部で反射された前記調整用の光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する段階を含むものである。

【0026】この第10の態様のように、テラヘルツ光の発生部で反射された調整用の光の様子を観察すると、テラヘルツ光学系の要素のうち、第2のビームスプリッタに対して前記検出部側に位置する要素についても、調整用の光を基準にしてアライメントを調整することができ、好ましい。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明によるテラヘルツ光装置及び調整方法について、図面を参照して説明する。

【0028】〔第1の実施の形態〕

【0029】図1は、本発明の一実施の形態によるテラヘルツ光装置を模式的に示す概略構成図である。

【0030】本実施の形態によるテラヘルツ光装置では、図1に示すように、フェムト秒パルス光源1から放射されたフェムト秒パルス光L1が、ビームスプリッタ2で2つのパルス光L2、L3に分割される。本実施の形態では、フェムト秒パルス光源1は、レーザ光源等からなり、例えば、フェムト秒パルス光L1として、中心波長が近赤外領域のうちの780～800nm程度、パルス幅が10～100fs程度の、直線偏光のパルス光を発する。

【0031】ビームスプリッタ2で分割された一方のパルス光L2は、テラヘルツ光発生器8を励起して発生器8にテラヘルツパルス光を発生させるためのポンプ光

(パルス励起光)となる。このポンプ光L2は、チョップ3によりチョッピングされた後に、平面反射鏡4～7を経て、テラヘルツ光発生器8へ導かれる。その結果、発生器8が励起されてテラヘルツパルス光L4を放射する。本実施の形態では、発生器8は、テラヘルツパルス光の点状光源となるものが用いられている。例えば、このような発生器8として、GaAs等の基板上的光伝導膜上にダイポールアンテナが形成されたものや、ZnTe等の非線形光学結晶などを、用いることができる。なお、発生器8として非線形光学結晶を用いる場合には、当該結晶に局所的にポンプ光L2を入射させることによって、テラヘルツパルス光の点状光源となり得る。発生器8としてダイポールアンテナを形成したものをを用いる場合には、バイアス電圧を印加しておく。

【0032】発生器8で発生するテラヘルツパルス光L4としては、概ね 0.1×10^{12} から 100×10^{12} ヘルツまでの周波数領域の光が望ましい。このテラヘルツパルス光L4は、放物面鏡等の曲面鏡9を経て平行光に変換され、被測定物10及び後述するビームスプリッタ11を透過した後、放物面鏡等の曲面鏡12によってテラヘルツ光検出器13に局所的に集光され、検出器13は点状の検出器として用いられている。本実施の形態では、検出器13として、ZnTe等の非線形光学結晶(電気光学結晶)が用いられている。したがって、検出器13にテラヘルツパルス光が入射すると、その電界により結晶内で電気光学効果によって複屈折変化が生ずる。後述するように、この複屈折変化をプローブ光を用いて検出することにより、テラヘルツパルス光の電場強度が検出される。

【0033】ビームスプリッタ2で分割された他方のパルス光L3は、テラヘルツパルス光を検出するためのプローブ光となる。このプローブ光L3は、2枚もしくは3枚の平面反射鏡が組み合わされてなる可動鏡14、平面反射鏡15、及び1/2波長板16を経て、テラヘルツパルス光の検出時に、ビームスプリッタ11により反射されテラヘルツパルス光と同一の光路に同一の向きに進行するように導かれ、曲面鏡12によって検出器13にテラヘルツパルス光の場合と同じ箇所に局所的に集光される。前記ビームスプリッタ11としては、例えば、ベリクルや高抵抗シリコンウエハなどを用いることができる。高抵抗シリコンウエハは、可視光及び近赤外領域の光の反射率が高く、テラヘルツ領域の光は良く透過するので、本用途に使用可能である。なお、ビームスプリッタ11として高抵抗シリコンウエハを用いた場合には、後述する本発明の第2の実施の形態のようなテラヘルツ光学系のアライメントの調整方法を採用することが好ましい。

【0034】曲面鏡12によって検出器13に集光された直線偏光光であるプローブ光は、検出器13を透過する。その透過光の偏光状態は、テラヘルツパルス光によ

り生じた検出器13の複屈折変化(すなわち、テラヘルツパルス光の電場強度変化)に応じて、楕円偏光に変化する。このとき、テラヘルツパルス光の電場強度の情報は、直線偏光からの差としてプローブ光の偏光状態が担っている。検出器13を透過したプローブ光は、1/4波長板17を透過し、このときテラヘルツパルス光の電場強度の情報は、プローブ光の偏光状態の円偏光からの差に変換され、偏光ビームスプリッタ18によりp偏光成分とs偏光成分とに分離され、これらがフォトダイオード等の光検出器19、20によりそれぞれ検出される。信号処理回路21は、光検出器19、20からの検出信号の差分を増幅する。このように、1/4波長板17、偏光ビームスプリッタ18及び2つの光検出器19、20を用い、光検出器19、20からの検出信号の差分をとると、テラヘルツパルス光の電場強度検出のS/Nが向上し、好ましい。もっとも、前記要素17、18、20を取り除き、検出器13と光検出器19との間に検光子を配置し、光検出器19からの検出信号をテラヘルツ光の検出信号としてもよい。なお、1/2波長板16は、検出器13に入射する際のプローブ光の直線偏光の偏光方向を検出器13の結晶方位及びテラヘルツ光の偏光方向に応じて所定の関係に設定するためのものである。フェムト秒パルス光源1からのパルス光が直線偏光光でない場合は、1/2波長板16に代えて偏光子を用いばよい。

【0035】なお、検出器13として、非線形光学結晶に代えて、例えば、GaAs等の基板上的光伝導膜上にダイポールアンテナが形成されたものを用いることができる。この場合、図1中の要素17~20が取り除かれ、当該検出器で生じた電流を検出する電流計が用いられ、その電流検出信号がテラヘルツ光の電場強度の検出信号として用いられる。

【0036】プローブ光L3の光路上に配置された可動鏡14は、制御・演算処理部23による制御下で、移動機構25により矢印X方向に移動可能となっている。可動鏡14の移動量に応じて、プローブ光L3の光路長が変わり、プローブ光L3が検出器13へ到達する時間が遅延する。すなわち、本実施の形態では、可動鏡14及び移動機構15が、プローブ光L3の時間遅延装置を構成している。

【0037】前述したように、被測定物10を透過したテラヘルツパルス光の電場強度は、検出器13により複素屈折率の変化として検出されて、信号処理回路21からの電気信号に変換される。

【0038】フェムト秒パルス光源1から放射されるフェムト秒パルス光L1の繰り返し周期は、数kHzからMHzオーダーである。したがって、発生器8から放射されるテラヘルツパルス光L4も、数kHzからMHzオーダーの繰り返しで放射される。現在は、このテラヘルツパルス光の波形を瞬時に、その形状のまま計測する

ことは不可能である。

【0039】したがって、本実施の形態では、同じ波形のテラヘルツパルス光L4が数kHzからMHzオーダーの繰り返しで到来することを利用して、ポンプ光L2とプローブ光L3との間に時間遅延を設けてテラヘルツパルス光の波形を計測する、いわゆるポンプ-プローブ法を採用している。すなわち、テラヘルツ光発生器8を作動させるポンプ光L2に対して、テラヘルツ光検出器13を作動させるタイミングを τ 秒だけ遅らせることにより、 τ 秒だけ遅れた時点でのテラヘルツパルス光の電場強度を測定できる。言い換えれば、プローブパルスL3は、テラヘルツ光検出器13に対してゲートをかけていることになる。また、可動鏡9を徐々に移動させることは、遅延時間 τ を徐々に変えることにほかならない。前記時間遅延装置によってゲートをかけるタイミングをずらしながら、繰り返し到来するテラヘルツパルス光の各遅延時間 τ ごとの時点の電場強度を信号処理回路21から電気信号として順次得ることによって、テラヘルツパルス光の電場強度の時系列波形 $E(t)$ を計測することができる。信号処理回路23からの電気信号は、A/D変換器22によりA/D変換される。

【0040】本実施の形態では、テラヘルツパルス光の電場強度の時系列波形 $E(t)$ の計測時には、制御・演算処理部23が、移動機構25に制御信号を与えて、前記遅延時間 τ を徐々に変化させながら、A/D変換器22からのデータを制御・演算処理部23内の図示しないメモリに順次格納する。これによって、最終的に、テラヘルツパルス光の電場強度の時系列波形 $E(t)$ を示すデータ全体をメモリに格納する。このような時系列波形 $E(t)$ を示すデータを、被測定物10を図1に示す位置に配置した場合と配置しない場合について取得する。制御・演算処理部23は、これらのデータに基づいて、被測定物の所望の特性を求め、これをCRT等の表示部24に表示させる。例えば、制御・演算処理部23は、公知の手法(デュヴィラレットら(Lionel DuVillaret, Frederic Garet, and Jean-Louis Coutaz)の論文("A Reliable Method for Extraction of Material Parameters in Terahertz Time-Domain Spectroscopy", IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol.2, No.3, pp.739-746 (1996))によって、被測定物10の複素屈折率を演算し、これを表示部24に表示させる。

【0041】本実施の形態では、被測定物10の所定の領域に平行光のテラヘルツパルス光を照射し、その透過光を検出器13に局所的に集光しているため、被測定物10のテラヘルツパルス光照射範囲の平均の複素屈折率等の特性が得られる。被測定物10の局所的な複素屈折率等の特性を得る場合には、例えば、曲面鏡9と被測定物10との間に、平行光のテラヘルツ光を被測定物10に局所的に集光させる集光レンズを設け、被測定物10

とビームスプリッタ11との間に、被測定物10を透過した光を再び平行光にするコリメータレンズを設ければよい。

【0042】以上の説明からわかるように、本実施の形態では、発生器8及び検出器13、並びにこれらの間の要素9、11、12が、テラヘルツ光学系を構成している。前述したように集光レンズやコリメータレンズを設ける場合には、これらもテラヘルツ光学系に含まれることは言うまでもない。

【0043】前述した動作・機能を十分に発揮するためには、このテラヘルツ光学系のアライメントを正確に行う必要がある。本実施の形態では、そのための機構として、以下に説明する回転機構26が設けられている。

【0044】本実施の形態では、ビームスプリッタ11は、発生器8と検出器13との間において、テラヘルツパルス光が平行光となる光路上に配置されている。そして、本実施の形態によるテラヘルツ光装置は、ビームスプリッタ11を、1/2波長板16を透過したプローブ光を検出器13へ向かわせる第1の回転位置（テラヘルツパルス光の平行光の光路に対して+45°傾いた図1及び後述する図2に示す位置）、及び、1/2波長板16を透過したプローブ光を発生器8へ向かわせる第2の回転位置（図1中の紙面に垂直な軸回りに、図1に示す状態に対して90°回転した位置であり、テラヘルツパルス光の平行光の光路に対して-45°傾いた位置であり、後述する図3に示す位置）に、回転させ得る回転機構26を、備えている。前述したテラヘルツ光検出時の動作の説明では、ビームスプリッタが前記第1の回転位置に位置しているものとして説明した。この回転機構26としては、周知の種々の機構を採用し得るが、前記第1及び第2の回転位置の位置決め精度を高めることは容易である。

【0045】本実施の形態では、この回転機構26を有していることによって、例えば、後述する本発明の第2及び第3の実施の形態のようなテラヘルツ光学系のアライメントの調整方法が可能となる。

【0046】それらの調整方法の説明に先立って、図2及び図3を参照して、ビームスプリッタ11の各回転位置におけるプローブ光の様子について説明する。図2及び図3において、図1中の要素と同一の要素には、同一の符号を付している。図2及び図3において、プローブ光の光路は実線で示し、テラヘルツパルス光の光路は破線で示している。なお、図2及び図3は、テラヘルツ光学系のアライメントの調整が既に正確に行われた状態を示している。

【0047】図2は、ビームスプリッタ11が前記第1の回転位置に位置している場合における、図1中のテラヘルツ光学系でのプローブ光の様子を示す図である。図2(a)はプローブ光がビームスプリッタ11に入射してから検出器13に入射するまでの様子を示している。

図2(b)は、図2(a)の後に検出器13で反射してから発生器8に入射するまでの様子を示している。

【0048】ビームスプリッタ11が前記第1の回転位置に位置している場合、図2(a)に示すように、図1中の1/2波長板16を透過してビームスプリッタ11で反射されたプローブ光は、テラヘルツパルス光と同じ光路で、曲面鏡12により反射されて、検出器13のテラヘルツパルス光集光点に集光される。この集光されたプローブ光のうち一定の割合の光は、図2(b)に示すように、この集光点で反射され、検出器13に入射する際と同じ光路を逆向きに進行してビームスプリッタ11に戻る。ビームスプリッタ11に戻ったプローブ光のうち一定の割合の光は、ビームスプリッタ11をそのまま透過し、曲面鏡9で反射されて発生器8におけるテラヘルツパルス光発生点に集光される。すなわち、検出器13で反射されたプローブ光は、図2(b)に示すように、テラヘルツパルス光の光路と同一の光路上をテラヘルツ光と逆向きに進行して、発生器8におけるテラヘルツパルス光発生点に集光される。発生器8付近に到達した際のプローブ光の光量は、検出器13での反射率及びビームスプリッタ11の透過率等の影響を余分に受けるため、検出器13付近に到達した際のプローブ光の光量に比べると、少なくなる。

【0049】図3は、ビームスプリッタ11が前記第2の回転位置に位置している場合における、図1中のテラヘルツ光学系でのプローブ光の様子を示す図である。図3(a)はプローブ光がビームスプリッタ11に入射してから発生器8に入射するまでの様子を示している。図3(b)は、図3(a)の後に発生器8で反射してから検出器13に入射するまでの様子を示している。

【0050】ビームスプリッタ11が前記第2の回転位置に位置している場合、図3(a)に示すように、図1中の1/2波長板16を透過してビームスプリッタ11で反射されたプローブ光は、テラヘルツパルス光と同じ光路で、テラヘルツパルス光と逆向きに進行して、曲面鏡9により反射されて、発生器8のテラヘルツパルス光発生点に集光される。この集光されたプローブ光のうち一定の割合の光は、図3(b)に示すように、この集光点で反射され、発生器8に入射する際と同じ光路を逆向きに進行してビームスプリッタ11に戻る。ビームスプリッタ11に戻ったプローブ光のうち一定の割合の光は、ビームスプリッタ11をそのまま透過し、曲面鏡12で反射されて、検出器13のテラヘルツパルス光集光点に集光される。検出器13付近に到達した際のプローブ光の光量は、発生器8での反射率及びビームスプリッタ11の透過率等の影響を余分に受けるため、発生器8付近に到達した際のプローブ光の光量に比べると、低くなる。

【0051】なお、図2(b)の状況は、検出器13がプローブ光を一定の割合で反射させる特性（以下、説明

の便宜上、「プローブ光反射特性」という。)を有することが前提となり、図3(b)の状況は、発生器8がプローブ光反射特性を有することが前提となるが、検出器13及び発生器8は通常はプローブ光反射特性を有している。例えば、検出器13及び発生器8が、前述したように、非線形光学結晶や、ダイポールアンテナを形成したものであれば、プローブ光反射特性を持つ。図2

(b)の状況や図3(b)の状況のプローブ光を、アライメント調整に利用する場合には、必要に応じて、検出器13や発生器8の表面を光学研磨するなどによって、プローブ光の反射率が高まるようにしておくことが好ましい。一方、図2(a)の状況や図3(a)の状況では、検出器13及び発生器8のプローブ光反射特性の有無は問われない。

【0052】また、アライメント調整時にプローブ光の観察を一層容易にするべくプローブ光の強度を高めた場合などには、テラヘルツパルス光の電界強度の測定時には、必要に応じて、図2(b)に示すプローブ光の反射光がその測定に影響を与えないように、NDフィルタなどでプローブ光の強度を落とすことが好ましい。

【0053】なお、前記第1の実施の形態では、プローブ光として近赤外光が用いられているので、プローブ光の観察は、前述したカード式赤外センサなどの観察ツールを用いることにより、簡単に行うことができる。もっとも、前記第1の実施の形態において、フェムト秒パルス光源1から可視光を発するようにし、プローブ光として可視光を用いることも可能である。この場合には、観察ツールを用いることなしに、検出器13や発生器8に対するプローブ光の照射位置を肉眼で観察することにより、プローブ光の様子を観察することも可能となる。

【0054】[第2の実施の形態]

【0055】次に、前記第1の実施の形態によるテラヘルツ光装置の前記テラヘルツ光学系のアライメントの調整方法の一例を、本発明の第2の実施の形態として説明する。

【0056】本実施の形態では、まず、ビームスプリッタ11が前記第1の回転位置に位置している状態で、検出器13の付近に到達するプローブ光の様子を前記カード式赤外センサ等を用いて観察しながら(図2(a)参照)、プローブ光が検出器13の適切な位置に集光するように、テラヘルツ光学系のうちビームスプリッタ11より検出器13側の要素、すなわち、曲面鏡12及び検出器13のアライメントを調整する。

【0057】次に、回転機構26により、ビームスプリッタ11を前記第2の回転位置に位置させる。この状態で、発生器8の付近に到達するプローブ光の様子を前記カード式赤外センサ等を用いて観察しながら(図3(a)参照)、プローブ光が発生器8のテラヘルツパルス光発生点に集光するように、テラヘルツ光学系のうちビームスプリッタ11より発生器8側の要素、すなわ

ち、曲面鏡9及び発生器8のアライメントを調整する。

【0058】最後に、回転機構26により、ビームスプリッタ11を前記第1の回転位置に位置させる。

【0059】これにより、テラヘルツ光発生器8で発生したテラヘルツパルス光は、全て有効にテラヘルツ検出器13に到達し得る。

【0060】本実施の形態によれば、プローブ光を利用してテラヘルツ光学系のアライメントを調整することができる。そして、回転機構26の回転位置の位置決め精度は容易に高めておくことができるので、プローブ光を利用したアライメントの調整後に、前記従来の調整方法で必要であった前述した試行錯誤の繰り返しが大幅に軽減される、または不要となる。したがって、本実施の形態によれば、テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整することができる。

【0061】さらに、本実施の形態によれば、図2(a)及び図3(a)の状況のプローブ光を観察するので、比較的光量が多い状態のプローブ光を観察することから、プローブ光の強度を特別に高めることなくプローブ光を容易に観察することができるとともに、発生器8及び検出器13がプローブ光反射特性を有していない場合であっても、テラヘルツ光学系のアライメントを調整することができる。

【0062】なお、第1の回転位置での曲面鏡12及び検出器13のアライメント調整段階と、第2の回転位置での曲面鏡9及び発生器8のアライメント調整段階とは、順番を入れ替えてもよい。すなわち、(1)最初に、ビームスプリッタ11を第2の回転位置に位置させた状態で、発生器8の付近に到達するプローブ光の様子を観察しながら(図3(a)参照)、曲面鏡9及び発生器8のアライメントを調整し、(2)次に、回転機構26によりビームスプリッタ11を第1の回転位置に位置させ、(3)その状態で、検出器13の付近に到達するプローブ光の様子を観察しながら(図2(a)参照)、曲面鏡12及び検出器13のアライメントを調整してもよい。この場合であっても、本実施の形態と同様の利点が得られる。

【0063】[第3の実施の形態]

【0064】次に、前記第1の実施の形態によるテラヘルツ光装置の前記テラヘルツ光学系のアライメントの調整方法の他の一例を、本発明の第3の実施の形態として説明する。

【0065】本実施の形態では、まず、ビームスプリッタ11が前記第2の回転位置に位置している状態で、発生器8の付近に到達するプローブ光の様子を前記カード式赤外センサ等を用いて観察しながら(図3(a)参照)、プローブ光が発生器8のテラヘルツパルス光発生点に集光するように、テラヘルツ光学系のうちビームスプリッタ11より発生器8側の要素、すなわち、曲面鏡9及び発生器8のアライメントを調整する。

【0066】次に、ビームスプリッタ11が前記第2の回転位置に位置している状態で、発生器8で反射してから検出器13の付近に到達するプローブ光の様子を前記カード式赤外センサ等を用いて観察しながら(図3(b)参照)、プローブ光が検出器13の適切な位置に集光するように、テラヘルツ光学系のうちビームスプリッタ11より検出器13側の要素、すなわち、曲面鏡12及び検出器13のアライメントを調整する。

【0067】最後に、回転機構26により、ビームスプリッタ11を前記第1の回転位置に位置させる。

【0068】これにより、テラヘルツ光発生器8で発生したテラヘルツパルス光は、全て有効にテラヘルツ検出器13に到達し得る。

【0069】本実施の形態によれば、前記第2の実施の形態と同様に、テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整することができる。

【0070】[第4の実施の形態]

【0071】次に、前記第1の実施の形態によるテラヘルツ光装置の前記テラヘルツ光学系のアライメントの調整方法の更に他の一例を、本発明の第4の実施の形態として説明する。

【0072】本実施の形態では、まず、ビームスプリッタ11が前記第1の回転位置に位置している状態で、検出器13の付近に到達するプローブ光の様子を前記カード式赤外センサ等を用いて観察しながら(図2(a)参照)、プローブ光が検出器13の適切な位置に集光するように、テラヘルツ光学系のうちビームスプリッタ11より検出器13側の要素、すなわち、曲面鏡12及び検出器13のアライメントを調整する。

【0073】次に、ビームスプリッタ11が前記第1の回転位置に位置している状態で、検出器13で反射してから発生器8の付近に到達するプローブ光の様子を前記カード式赤外センサ等を用いて観察しながら(図2(b)参照)、プローブ光が発生器8のテラヘルツパルス光発生点に集光するように、テラヘルツ光学系のうちビームスプリッタ11より発生器8側の要素、すなわち、曲面鏡9及び発生器8のアライメントを調整する。

【0074】これにより、テラヘルツ光発生器8で発生したテラヘルツパルス光は、全て有効にテラヘルツ検出器13に到達し得る。

【0075】本実施の形態によれば、前記第2の実施の形態と同様に、テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整することができる。しかも、本実施の形態によれば、ビームスプリッタ11を前記第2の回転位置に位置させる必要がないので、前記第2及び第3の実施の形態に比べて、テラヘルツ光学系のアライメントをより正確かつより簡単に調整することができる。

【0076】ところで、本実施の形態では、ビームスプリッタ11を前記第2の回転位置に位置させる必要がないので、前記第1の実施の形態によるテラヘルツ光装置

において、回転機構26を取り除いておいてもよい。本実施の形態によれば、回転機構26を有していないテラヘルツ光装置のテラヘルツ光学系のアライメントも、調整することができる。

【0077】[第5の実施の形態]

【0078】次に、本発明の第5の実施の形態によるアライメント調整方法を、調整対象のテラヘルツ光装置が図4に示すものである場合を例に挙げて、説明する。

【0079】図4は、テラヘルツ光装置の他の例を模式的に示す概略構成図である。図4において、図1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略する。

【0080】図4に示すテラヘルツ光装置が図1に示すテラヘルツ光装置と異なる所は、主に、以下に説明する点である。

【0081】図4に示すテラヘルツ光装置では、プローブ光が、ビームエキスパンダ30でテラヘルツパルス光の断面に合わせて拡張され、偏光子31を通過した後、ビームスプリッタ11に入射される。また、図1中の曲面鏡12が取り除かれ、ビームスプリッタ11を透過したテラヘルツパルス光及びビームスプリッタ11で反射されたプローブ光が、集光されることなくそのまま、テラヘルツ光検出器13としての非線形光学結晶(電気光学結晶)に入射される。これにより、検出器13が面状の検出器として用いられている。さらに、検出器13を透過したプローブ光は、検光子32で検光された後に、2次元CCDカメラ33により光強度分布が検出される。前記光強度分布を示す2次元CCDカメラ33からの画像信号は、A/D変換器22でA/D変換された後に、制御・演算処理部23に取り込まれる。すなわち、テラヘルツパルス光の電場強度の分布(各部位ごとの電場強度)が、一括してデータとして制御・演算処理部23に取り込まれる。

【0082】制御・演算処理部23は、移動機構25を制御して可動鏡9を徐々に移動させて、各遅延時間(プローブ光のテラヘルツパルス光に対する遅延時間) τ ごとの時点のテラヘルツパルス光の電場強度の分布を順次得ることによって、各部位ごとのテラヘルツパルス光の電場強度の時系列波形 $E(t)$ を取得する。このような各部位ごとの時系列波形 $E(t)$ を示すデータを、被測定物10を図4に示す位置に配置した場合と配置しない場合について取得する。制御・演算処理部23は、これらのデータに基づいて、被測定物の各部位ごとの所望の特性(すなわち、所望の特性の分布)を求め、これをCRT等の表示部24に画像として表示させる。

【0083】以上の説明からわかるように、本実施の形態では、発生器8及び検出器13、並びにこれらの間の要素9、11が、テラヘルツ光学系を構成している。

【0084】本実施の形態による調整方法では、前記プローブ光の光路上又は前記テラヘルツ光の光路上にビー

ムスプリッタ34を配置して、ビームスプリッタ34を介して発生部8へ向かうように調整用の光を入射させ、当該調整用の光の様子を観察しながら、前記テラヘルツ光学系のアライメントを調整する。

【0085】例えば、図4に示すように、前記プローブ光の光路上にある検光子32とCCDカメラ33との間にビームスプリッタ34を配置して、可視光又は近赤外光などの調整用の光を調整用光照射部35からビームスプリッタ34を照射し、ビームスプリッタ34を介して

プローブ光と同じ光路上をプローブ光とは逆向きに（すなわち、発生器8へ向かうように）進行させる。

【0086】テラヘルツ光学系のアライメントの調整が既に正確に行われているとすれば、この調整用の光は、検光子32、検出器13、ビームスプリッタ11を透過した後、曲面鏡9で反射されて、発生器8のテラヘルツパルス光発生点に集光され、ここで反射される。この反射光は、テラヘルツパルス光と全く同じ光路を進行して検出器13に到達し、検出器13、検光子32及びビームスプリッタ34を透過してCCDカメラ33に到達する。

【0087】したがって、調整用光照射部35から調整用の光をビームスプリッタ34を介して前述したように入射させ、例えば、CCDカメラ33の付近の調整用の光の様子を観察しながら、調整用の光がCCDカメラ33を適切に照射するように、テラヘルツ光学系のアライメントを調整すれば、そのアライメントを正確に調整することができる。このとき、調整用の光の様子の観察は、CCDカメラ33を動作させてCCDカメラから得られた画像を表示部24に表示させてこの画像を見ることによって行ってもよいし、前記カード式赤外センサ等を用いて行ってもよい。なお、発生器8の付近に到達するプローブ光の様子を前記カード式赤外センサ等を用いて観察しながら、調整用の光が発生器8のテラヘルツパルス光発生点に集光するように、曲面鏡9及び発生器8のアライメントを調整してもよい。

【0088】アライメントの調整が完了した後は、調整用光照射部35及びビームスプリッタ34を、テラヘルツ光装置から取り除いておくことが好ましい。

【0089】なお、ビームスプリッタ34を挿入する位置は、検光子32とCCDカメラ33との間の位置に限定されるものではなく、例えば、カメラ33と曲面鏡9との間の任意の位置であってもよい。

【0090】本実施の形態によれば、図1中の回転機構26に相当する回転機構を用いなくても、外部から導入した調整用の光を利用してテラヘルツ光学系のアライメントを調整ことができ、また、前記従来の調整方法で必要であった前述した試行錯誤の繰り返しが大幅に軽減される、または不要となる。このため、本実施の形態によれば、前記第2及び第3の実施の形態に比べて、テラヘルツ光学系のアライメントをより正確かつより簡単

に調整することができ、しかもテラヘルツ光装置のコストダウンを図ることができる。

【0091】以上、本発明の各実施の形態について説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではない。

【0092】例えば、前記第5の実施の形態は、図4に示すテラヘルツ光装置を図5に示すように変形したテラヘルツ光装置や、図4に示すテラヘルツ光装置を図6に示すように変形したテラヘルツ光装置の、テラヘルツ光学系のアライメントの調整にも適用することができる。

【0093】図5及び図6は、テラヘルツ光装置の各例を要部をそれぞれ模式的に示す概略構成図である。図5及び図6において、図4中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付している。

【0094】図5に示すテラヘルツ光装置が図4に示すテラヘルツ光装置と異なる所は、曲面鏡9が取り除かれ、テラヘルツ光発生器8として面状の発生器（例えば、非線形光学結晶や、ブディオルト、マーゴリーズ、ジェオング、ソン及びボコー（E.Budiarto, J.Margolis, S.Jeong, J.Son and J.Bokor）の論文（"High-Intensity Terahertz Pulses at 1-kHz Repetition Rate", IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol.32, No.10, pp1839-1846（1996））に開示されているような、大口径の光スイッチ素子を形成したもの）が用いられ、ポンプ光がビームエキスパンダ40で拡大された後に発生器8に入射されている点のみである。なお、発生器8から発生したテラヘルツパルス光は完全な平行光ではないので、必要に応じて、発生器8の直後に、発生器8から間隔をあけて凸レンズを配置する場合がある。前記間隔は凸レンズの焦点距離とされる。この場合であっても、前記第5の実施の形態の調整方法を適用することができる。

【0095】図6に示すテラヘルツ光装置が図4に示すテラヘルツ光装置と異なる所は、曲面鏡9が取り除かれ、テラヘルツ光発生器8として反射型の面状の発生器であるInAsなどの半導体を用いられ、ポンプ光がビームエキスパンダ41で拡大された後に発生器8に入射され、ポンプ光を遮光してテラヘルツパルス光を選択的に透過させるフィルタとして作用するシリコンウエハ42が追加されている点のみである。

【0096】また、前記第5の実施の形態は、図1に示すテラヘルツ光装置のテラヘルツ光学系のアライメントの調整にも適用することができる。さらに、前記第2及び第3の実施の形態は、図4乃至図6にそれぞれ示すテラヘルツ光装置に回転機構26を設けておけば、これらのテラヘルツ光装置のテラヘルツ光学系のアライメントの調整にも適用することができる。前記第4の実施の形態は、回転機構を追加しなくても、図4乃至図6にそれぞれ示すテラヘルツ光装置のテラヘルツ光学系のアライメントの調整にも適用することができる。

【0097】以上の説明からもわかるように、前記第2乃至第5の実施の形態による調整方法は、テラヘルツ光発生器が点状の発生器であるか面状の発生器であるかを問わず、また、テラヘルツ光検出器が点状の検出器であるか面状の検出器であるかを問わず、種々のテラヘルツ光学系のアライメントの調整に適用することができる。

【0098】なお、本発明による調整方法が適用されるテラヘルツ光装置のテラヘルツ光学系は、(1)テラヘルツ光が透過する透過要素(例えば、透過型レンズ)を含んでいない(すなわち、テラヘルツ光発生器及びテラヘルツ光検出器以外については、テラヘルツ光を反射させる反射要素(例えば、平面鏡や曲面鏡などのミラー)のみで構成されている)ものであるか、あるいは、

(2)テラヘルツ光が透過する透過要素を含んでいる場合には、当該透過要素がテラヘルツ光及びプローブ光(あるいは調整用の光)に対して略々等しい屈折率を有する材料(TPX(この屈折率は、テラヘルツ光及び可視・赤外光に対して略々等しい。))などで構成されたものであることが、好ましい。

【0099】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、テラヘルツ光学系のアライメントを正確かつ簡単に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施の形態によるテラヘルツ光装置を模式的に示す概略構成図である。

【図2】ビームスプリッタが第1の回転位置に位置している場合における、図1中のテラヘルツ光学系でのプローブ光の様子を示す図である。

【図3】ビームスプリッタが第2の回転位置に位置している場合における、図1中のテラヘルツ光学系でのプローブ光の様子を示す図である。

【図4】テラヘルツ光装置の他の例を模式的に示す概略構成図である。

【図5】テラヘルツ光装置の更に他の例の要部を模式的に示す概略構成図である。

【図6】テラヘルツ光装置の更に他の例の要部を模式的に示す概略構成図である。

【符号の説明】

8 テラヘルツ光発生器(発生器)

9, 12 曲面鏡

10 被測定物

11 ビームスプリッタ

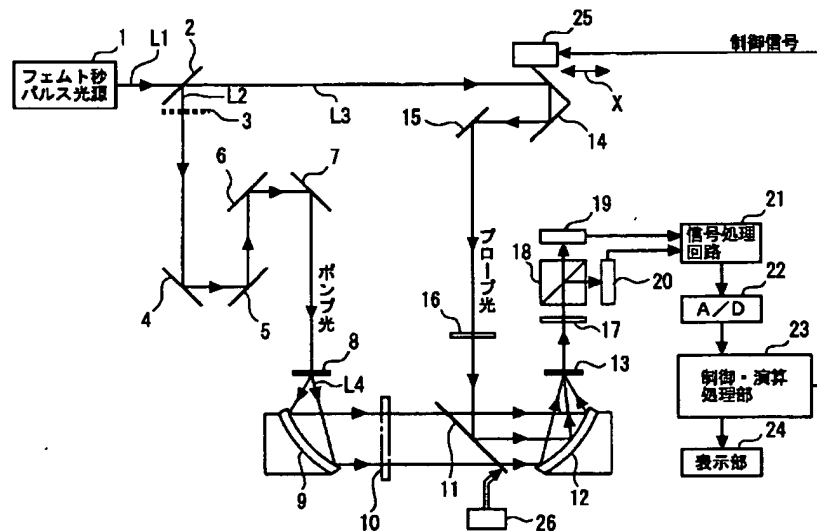
20 13 テラヘルツ光検出器(検出器)

26 回転機構

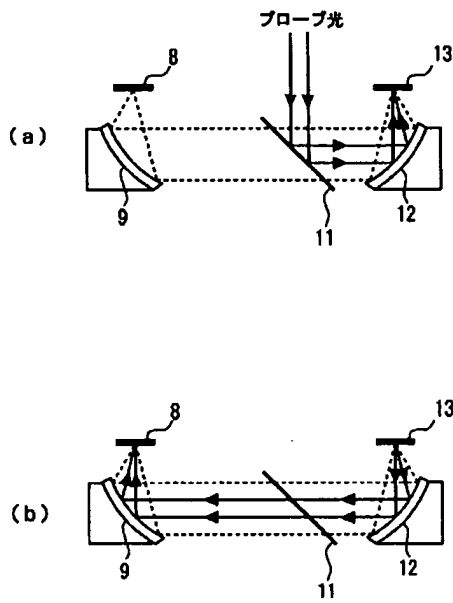
35 調整用光照射部

34 ビームスプリッタ

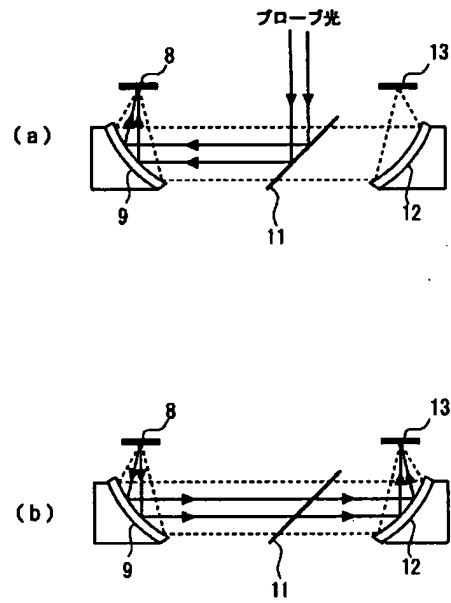
【図1】



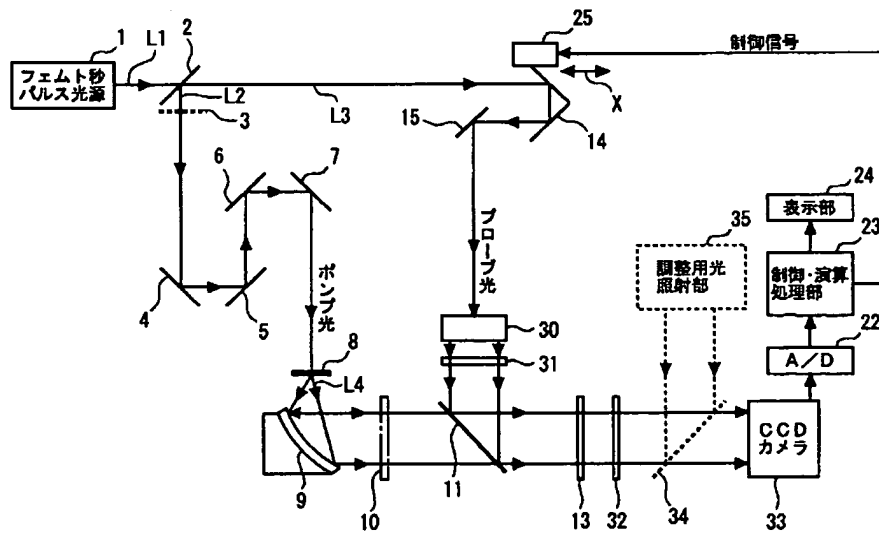
【図2】



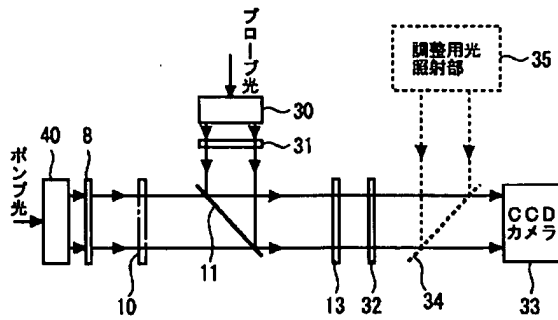
【図3】



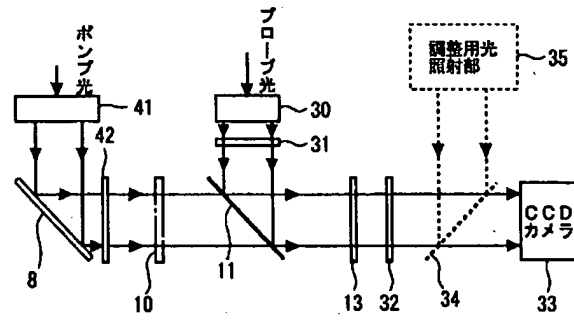
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G020 AA03 BA17 BA20 CB27 CB42
 CB54
 2G059 AA01 AA05 EE01 EE05 GG01
 GG04 GG08 HH01 HH06 JJ13
 JJ14 JJ15 JJ19 JJ20 JJ22
 JJ24 KK01 KK03 KK04 MM01
 MM03 MM08 MM09 MM10 PP04
 2G065 AB02 AB03 AB09 AB10 AB16
 AB23 BA09 BB14 BB24 BB32
 BB33 BB44 BB48 BC13 BC15
 BC22 BC28 BC33 BC35 BD03
 DA05 DA15
 2H043 AA04 AA09 AA17 AA19 AA24
 2K002 AA04 AB18 BA02 BA03 CA13
 DA04 HA13

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the adjustment approach of adjusting ARAIMENTO ** of terahertz light equipment and the terahertz optical system of this.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the various fields of image[measurement and inspection /]-izing of the matter, and others, the various terahertz light equipments which the usefulness of the use technique of terahertz light, such as terahertz spectroscopy, is recognized, and have terahertz optical system are already going to be offered, or newly developed.

[0003] Not to mention terahertz light not being visible by human being's eyes, the simple observation tool which can observe terahertz light at present does not exist, either.

[0004] Then, conventionally, adjustment of the alignment of terahertz optical system transposed the terahertz light sources, such as a dipole antenna, to the pinhole etc., and it was performed, observing the situation of through and its transmitted light for the light or a near infrared (in the cases of many the pump light itself) at a pinhole. That is, it was carried out by considering that the optical path of the transmitted light of a pinhole is the same as the optical path of terahertz light.

[0005] In addition, in the case of the light, it is possible to observe the exposure location etc. directly with the naked eye. In the case of a near infrared etc., it is easily observable by using simple observation tools, such as a card system infrared sensor (for example, "SIRC-(1)" (trade name) marketed from sigma light machine incorporated company) which applied to the sheet member the ingredient which induces a near infrared and emits light in the light.

[0006] However, since it is very difficult to transpose the terahertz light source to the same location as a pinhole correctly, after adjusting the alignment of terahertz optical system on the basis of the transmitted light of a pinhole, the alignment cannot be correctly adjusted only by transposing a pinhole to the terahertz light source.

[0007] So, by the conventional adjustment approach of adjusting the alignment of terahertz optical system, in fact, after adjusting alignment on the basis of the transmitted light of a pinhole, and transposing a pinhole to the terahertz light source, the alignment of terahertz optical system was readjusted and optimized, measuring the reinforcement of the detecting signal of terahertz light so that the reinforcement might increase. The repeat of trial-and-error which changes the alignment of terahertz optical system into reliance for the reinforcement of the detecting signal of terahertz light little by little was indispensable to this activity.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the repeat of the trial-and-error mentioned above was required in order to perform alignment of terahertz optical system correctly, said conventional adjustment approach had taken trouble remarkably.

[0009] This invention was made in view of such a situation, and aims at offering the terahertz light equipment which can adjust the alignment of terahertz optical system correctly and easily.

[0010] Moreover, this invention aims at offering the adjustment approach that the alignment of terahertz optical system can be adjusted correctly and easily.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve said technical problem, the terahertz light equipment by the 1st mode of this invention (a) The generating section of terahertz light, and the detecting element which detects the terahertz light which occurs from this generating section and reaches through a predetermined optical path, The beam splitter arranged on the optical path between said generating sections and said detecting elements, The terahertz optical system which ****, and the probe light exposure section which irradiates probe light through said beam splitter at said detecting element at the time of detection of the terahertz light by the (b) aforementioned detecting element, (c) The 1st rotation

location which makes said probe light from said probe light exposure section said beam splitter go to said detecting element, And the 2nd rotation location which makes said probe light from said probe light exposure section go to said generating section is equipped with the rolling mechanism which may be rotated.

[0012] In addition, said 2nd rotation location can be set as the location rotated 90 degrees from said 1st rotation location, for example. This point is the same also about the 2nd thru/or the 7th mode mentioned later. Moreover, as said probe light, the light or a near infrared can be used, for example. This point is the same also about the 2nd thru/or the 8th mode mentioned later.

[0013] According to this 1st mode, since it has said rolling mechanism, for example, the adjustment approach by the 2nd thru/or the 7th mode mentioned later can be realized, and the alignment of terahertz optical system can be adjusted using probe light. And since the positioning accuracy of the rotation location of a rolling mechanism can be raised easily, after adjustment of the alignment using probe light, by said conventional adjustment approach, it is mitigated sharply or the repeat of the required trial-and-error mentioned above becomes unnecessary. Therefore, according to said 1st mode, the alignment of terahertz optical system can be adjusted correctly and easily.

[0014] The adjustment approach by the 2nd mode of this invention The generating section of (a) terahertz light, The detecting element which detects the terahertz light which occurs from this generating section and reaches through a predetermined optical path, The terahertz optical system which has the beam splitter arranged on the optical path between said generating sections and said detecting elements, (b) It is the adjustment approach of adjusting the alignment of said terahertz optical system of terahertz light equipment equipped with the probe light exposure section which irradiates probe light to said detecting element through said beam splitter at the time of detection of the terahertz light by said detecting element. The adjustment approach by this 2nd mode and the (a) aforementioned beam splitter The 1st rotation location which makes said probe light from said probe light exposure section go to said detecting element, And where said beam splitter is located in the 2nd rotation location which makes said probe light from said probe light exposure section go to said generating section in said 2nd rotation location using the rolling mechanism which may be rotated It has the 1st phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, and the 2nd phase in which said rolling mechanism is used behind the 1st phase of (c) above, and said beam splitter is located in said 1st rotation location, observing the situation of said probe light.

[0015] the 3rd voice of this invention -- the adjustment approach depended like -- said 2nd voice -- it sets like, it is in the condition of having located said beam splitter in said 1st rotation location, and it has the 3rd phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light. The time context of these 3rd phase and said 1st and 2nd phases is not limited at all.

[0016] the 4th voice of this invention -- the adjustment approach depended like -- said 2nd voice -- setting like, said 3rd phase includes the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light which emits from said probe light exposure section, and reaches near said detecting element.

[0017] the 5th voice of this invention -- the adjustment approach depended like -- said 3rd or 4th voice -- setting like, said 3rd phase includes the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light which reaches near said generating section through said beam splitter, after emitting from said probe light exposure section and being reflected by said detecting element.

[0018] the 6th voice of this invention -- the adjustment approach depended like -- said voice of either the 2nd thru/or the 5th either -- setting like, said 1st phase includes the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light which emits from said probe light exposure section, and reaches near said generating section.

[0019] the 7th voice of this invention -- the adjustment approach depended like -- said voice of either the 2nd thru/or the 6th either -- setting like, said 1st phase includes the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light which reaches near said detecting element through said beam splitter, after emitting from said probe light exposure section and

being reflected in said generating section.

[0020] According to said 3 thru/or 7th mode, the alignment of terahertz optical system can be adjusted using probe light. And since the positioning accuracy of the rotation location of a rolling mechanism can be raised easily, after adjustment of the alignment using probe light, by said conventional adjustment approach, it is mitigated sharply or the repeat of the required trial-and-error mentioned above becomes unnecessary. Therefore, according to said the 3rd thru/or 7th mode, the alignment of terahertz optical system can be adjusted correctly and easily.

[0021] The adjustment approach by the 8th mode of this invention The generating section of (a) terahertz light, The detecting element which detects the terahertz light which occurs from this generating section and reaches through a predetermined optical path, The terahertz optical system which has the beam splitter arranged on the optical path between said generating sections and said detecting elements, (b) It is the adjustment approach of adjusting the alignment of said terahertz optical system of terahertz light equipment equipped with the probe light exposure section which irradiates probe light to said detecting element through said beam splitter at the time of detection of the terahertz light by said detecting element. and this 8th voice -- the adjustment approach depended like -- (a), observing the situation of said probe light which emits from said probe light exposure section, and reaches near said detecting element Observing the situation of said probe light which reaches near said generating section through said beam splitter, after emitting from the (b) aforementioned probe light exposure section and being reflected by said detecting element, the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, and It has the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system.

[0022] The alignment of terahertz optical system is adjusted in this 8th mode, observing the situation of said probe light which reaches near said generating section through a beam splitter, after emitting from the probe light exposure section and being reflected by the detecting element, observing the situation of the probe light which emits from the probe light exposure section and reaches near a detecting element it not only adjusting the alignment of terahertz optical system, but. Therefore, according to said 8th mode, even if it does not use the rolling mechanism which rotates said beam splitter, the alignment of terahertz optical system can be adjusted using probe light, the repeat of the required trial-and-error mentioned above is sharply mitigated by said conventional adjustment approach, or it becomes unnecessary. For this reason, according to said 8th mode, compared with said the 3rd thru/or 7th mode, the alignment of terahertz optical system can be adjusted more correctly and more easily, and, moreover, the cost cut of terahertz light equipment can be aimed at.

[0023] The adjustment approach by the 9th mode of this invention The generating section of (a) terahertz light, The detecting element which detects the terahertz light which occurs from this generating section and reaches through a predetermined optical path, The terahertz optical system which has the 1st beam splitter arranged on the optical path between said generating sections and said detecting elements, (b) It is the adjustment approach of adjusting the alignment of said terahertz optical system of terahertz light equipment equipped with the probe light exposure section which irradiates probe light to said detecting element through said 1st beam splitter at the time of detection of the terahertz light by said detecting element. and this 9th voice -- the adjustment approach depended like arranges the 2nd beam splitter on the optical path of said probe light, or the optical path of said terahertz light, and it is equipped with the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing [carry out incidence of the light for adjustment so that it may go to said generating section through said 2nd beam splitter, and] the situation of the light for the adjustment concerned. As a light for said adjustment, the light or a near infrared can be used, for example.

[0024] The alignment of said terahertz optical system is adjusted in this 9th mode, observing [carry out incidence of the light for adjustment so that it may go to the generating section of terahertz light through the 2nd beam splitter arranged on the optical path of probe light, or the optical path of terahertz light, and] the situation of the light for the adjustment concerned. Therefore, even if it does not use a rolling mechanism which is used in said the 2nd thru/or 7th mode, the alignment of terahertz optical system can be adjusted using the light for adjustment introduced from the outside, the repeat of the required trial-and-error mentioned above is sharply mitigated by said conventional adjustment approach, or it becomes

unnecessary. For this reason, according to said 9th mode, compared with said the 3rd thru/or 7th mode, the alignment of terahertz optical system can be adjusted more correctly and more easily, and, moreover, the cost cut of terahertz light equipment can be aimed at.

[0025] the 10th voice of this invention -- the adjustment approach depended like -- said 9th voice -- setting like, said phase includes the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of the light for said adjustment reflected in said generating section.

[0026] this 10th voice -- when the situation of the light for adjustment reflected in the generating section of terahertz light is observed so that like, also about the element located in said detecting-element side to the 2nd beam splitter among the elements of terahertz optical system, alignment can be adjusted on the basis of the light for adjustment, and it is desirable.

[0027]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the terahertz light equipment and the adjustment approach by this invention are explained with reference to a drawing.

[0028] [The gestalt of the 1st operation]

[0029] Drawing 1 is the outline block diagram showing typically the terahertz light equipment by the gestalt of 1 operation of this invention.

[0030] As shown in drawing 1, the femtosecond pulsed light L1 emitted from the source 1 of femtosecond pulsed light is divided into two pulsed light L2 and L3 by the beam splitter 2 by the terahertz light equipment by the gestalt of this operation. With the gestalt of this operation, the source 1 of femtosecond pulsed light consists of a laser light source etc., for example, emits the pulsed light of the linearly polarized light whose main wavelength is about 780-800nm of a near infrared region and whose pulse width is 10 - 100fs extent as femtosecond pulsed light L1.

[0031] It becomes pump light (pulse excitation light) for pulsed light L2 to excite the terahertz light generator 8, and for while it to have been divided by the beam splitter 2 make a generator 8 generate terahertz pulsed light. After chopping of this pump light L2 is carried out by the chopper 3, it is led to the terahertz light generator 8 through plane mirrors 4-7. Consequently, a generator 8 is excited and the terahertz pulsed light L4 is emitted. With the gestalt of this operation, that from which a generator 8 serves as the punctiform light source of terahertz pulsed light is used. For example, that by which the dipole antenna was formed on the photoconduction film on substrates, such as GaAs, nonlinear optical crystals, such as ZnTe, etc. can be used as such a generator 8. In addition, when using a nonlinear optical crystal as a generator 8, it can become the punctiform light source of terahertz pulsed light by carrying out incidence of the pump light L2 to the crystal concerned locally. It impresses bias voltage, in using what formed the dipole antenna as a generator 8.

[0032] As terahertz pulsed light L4 generated by the generator 8, the light of the frequency domain to 0.1×10^{12} to 100×10^{12} Hertz is desirable in general. After changing this terahertz pulsed light L4 into parallel light through the curved mirrors 9, such as a parabolic mirror, and penetrating a device under test 10 and the beam splitter 11 mentioned later, by the curved mirrors 12, such as a parabolic mirror, it is locally condensed by the terahertz photodetector 13 and the detector 13 is used for it as a punctiform detector. With the gestalt of this operation, nonlinear optical crystals (electro-optics crystal), such as ZnTe, are used as a detector 13. Therefore, if terahertz pulsed light carries out incidence to a detector 13, birefringence change will arise according to the electro-optical effect within a crystal by the electric field. The electric field strength of terahertz pulsed light is detected by detecting this birefringence change using probe light so that it may mention later.

[0033] The pulsed light L3 of another side divided by the beam splitter 2 turns into probe light for detecting terahertz pulsed light. Through the movable mirror 14 in which it comes to put the plane mirror of two sheets or three sheets together, a plane mirror 15, and $1/2$ wavelength plate 16, at the time of detection of terahertz pulsed light, this probe light L3 is drawn so that it may be reflected by the beam splitter 11 and may go on to the sense same to the same optical path as terahertz pulsed light, and it is locally condensed with a curved mirror 12 by the part same to a detector 13 as the case of terahertz pulsed light. As said beam splitter 11, a pellicle, a high resistance silicon wafer, etc. can be used, for example. A high resistance silicon wafer has the high reflection factor of the light and the light of a near

infrared region, and since the light of a terahertz field is penetrated well, it is usable for this application. In addition, when a high resistance silicon wafer is used as a beam splitter 11, it is desirable to adopt the adjustment approach of the alignment of terahertz optical system like the gestalt of operation of the 2nd of this invention mentioned later.

[0034] The probe light which is the linearly polarized light light condensed by the detector 13 with the curved mirror 12 penetrates a detector 13. The polarization condition of the transmitted light changes to elliptically polarized light according to birefringence change (namely, electric-field-strength change of terahertz pulsed light) of the detector 13 produced by terahertz pulsed light. At this time, the polarization condition of probe light is bearing the information on the electric field strength of terahertz pulsed light as a difference from the linearly polarized light. The probe light which penetrated the detector 13 penetrates the quarter-wave length plate 17, at this time, the information on the electric field strength of terahertz pulsed light is changed into a difference from the circular polarization of light of the polarization condition of probe light, a polarization beam splitter 18 separates into a p-polarized light component and an s-polarized light component, and these are detected by the photodetectors 19 and 20, such as a photodiode, respectively. A digital disposal circuit 21 amplifies the difference of the detecting signal from photodetectors 19 and 20. Thus, when the difference of the detecting signal from photodetectors 19 and 20 is taken using the quarter-wave length plate 17, a polarization beam splitter 18, and two photodetectors 19 and 20, S/N of electric-field-strength detection of terahertz pulsed light improves, and it is desirable. But said elements 17, 18, and 20 are removed, an analyzer is arranged between a detector 13 and a photodetector 19, and it is good also considering the detecting signal from a photodetector 19 as a detecting signal of terahertz light. In addition, 1/2 wavelength plate 16 is for setting the polarization direction of the linearly polarized light of the probe light at the time of carrying out incidence to a detector 13 as predetermined relation according to the crystal orientation of a detector 13, and the polarization direction of terahertz light. What is necessary is to replace with 1/2 wavelength plate 16, and just to use a polarizer, when the pulsed light from the source 1 of femtosecond pulsed light is not linearly polarized light light.

[0035] In addition, the thing which is replaced with a nonlinear optical crystal for example, by which the dipole antenna was formed on the photoconduction film on substrates, such as GaAs, as a detector 13 can be used. In this case, the elements 17-20 in drawing 1 are removed, the ammeter which detects the current produced with the detector concerned is used, and that current detecting signal is used as a detecting signal of the electric field strength of terahertz light.

[0036] The movable mirror 14 arranged on the optical path of the probe light L3 is movable in the direction of arrow-head X by the migration device 25 under control by control and the data-processing section 23. According to the movement magnitude of the movable mirror 14, the optical path length of the probe light L3 changes, and the time amount which the probe light L3 reaches to a detector 13 is delayed. That is, the movable mirror 14 and the migration device 15 constitute the time delay unit of the probe light L3 from a gestalt of this operation.

[0037] As mentioned above, the electric field strength of the terahertz pulsed light which penetrated the device under test 10 is detected by the detector 13 as change of complex index of refraction, and is transformed into an electrical signal from a digital disposal circuit 21.

[0038] The repeat period of the femtosecond pulsed light L1 emitted from the source 1 of femtosecond pulsed light is the MHz order from several kHz. Therefore, the terahertz pulsed light L4 emitted from a generator 8 is also emitted by the repeat of MHz order from several kHz. Current is impossible for measuring the wave of this terahertz pulsed light in an instant with that configuration.

[0039] Therefore, with the gestalt of this operation, the so-called pump-probe method which prepares time delay between the pump light L2 and the probe light L3, and measures the wave of terahertz pulsed light is adopted using the same wave-like terahertz pulsed light L4 coming by the repeat of MHz order from several kHz. That is, when only tau second delays the timing which operates the terahertz photodetector 13 to the pump light L2 which operates the terahertz light generator 8, the electric field strength of the terahertz pulsed light in the time of only tau second being overdue can be measured. In other words, the probe pulse L3 will have applied the gate to the terahertz photodetector 13. Moreover,

moving the movable mirror 9 gradually is exactly changing a time delay τ gradually. Time series wave [of the electric field strength of terahertz pulsed light] $E(t)$ is measurable by obtaining the electric field strength at the time of each time delay τ of every [of the terahertz pulsed light which comes repeatedly] one by one as an electrical signal from a digital disposal circuit 21, shifting the timing to which the gate is applied with said time delay unit. A/D conversion of the electrical signal from a digital disposal circuit 23 is carried out by A/D converter 22.

[0040] With the gestalt of this operation, while control and the data-processing section 23 give a control signal to the migration device 25 and changes said time delay τ gradually at the time of measurement of time series wave [of the electric field strength of terahertz pulsed light] $E(t)$, sequential storing of the data from A/D converter 22 is carried out at the memory which is not illustrated in control and the data-processing section 23. Finally by this, the whole data in which time series wave [of the electric field strength of terahertz pulsed light] $E(t)$ is shown is stored in memory. It acquires about the case where it does not arrange with the case where the data in which such time series wave $E(t)$ is shown have been arranged in the location which shows a device under test 10 to drawing 1. Based on these data, control and the data-processing section 23 search for the property of a request of a device under test, and displays this on the displays 24, such as CRT. For example, control and the data-processing section 23 Well-known technique (DOYUVIRA let ()) [Lionel] Duvillaret and Frederic Garet and and Jean-Louis The paper of Coutaz () ["A Reliable] Method for Extraction of Material Parameters in Terahertz Time-Domain By Spectroscopy", IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol.2, No.3, and pp.739-746 (1996) The complex index of refraction of a device under test 10 is calculated, and this is displayed on a display 24.

[0041] With the gestalt of this operation, since the terahertz pulsed light of parallel light is irradiated to the predetermined field of a device under test 10 and the transmitted light is locally condensed to the detector 13, properties, such as complex index of refraction of an average of the terahertz pulsed light exposure range of a device under test 10, are acquired. What is necessary is to prepare the condenser lens which makes a device under test 10 condense the terahertz light of parallel light locally between a curved mirror 9 and a device under test 10, and just to prepare the collimator lens which makes parallel light again light which penetrated the device under test 10 between the device under test 10 and the beam splitter 11, in acquiring properties, such as local complex index of refraction of a device under test 10.

[0042] The elements 9, 11, and 12 between these constitute terahertz optical system from a gestalt of this operation in the generator 8 and the detector 13, and the list so that the above explanation may show. As mentioned above, when preparing a condenser lens and a collimator lens, it cannot be overemphasized that these are also contained in terahertz optical system.

[0043] In order to fully demonstrate the actuation and the function mentioned above, it is necessary to perform alignment of this terahertz optical system correctly. With the gestalt of this operation, the rolling mechanism 26 explained below is established as a device for it.

[0044] With the gestalt of this operation, the beam splitter 11 is arranged on the optical path from which terahertz pulsed light turns into parallel light between a generator 8 and a detector 13. And the terahertz light equipment by the gestalt of this operation The 1st rotation location which makes the probe light which penetrated 1/2 wavelength plate 16 for the beam splitter 11 face to a detector 13 (location shown in drawing 1 which inclined +45 degrees to the optical path of the parallel light of terahertz pulsed light, and drawing 2 mentioned later), And the 2nd rotation location which makes the probe light which penetrated 1/2 wavelength plate 16 face to a generator 9 (to the circumference of a shaft perpendicular to the space in drawing 1) It is the location rotated 90 degrees to the condition which shows in drawing 1 , and is the location to which -45 degrees inclined to the optical path of the parallel light of terahertz pulsed light, and the location shown in drawing 3 mentioned later is equipped with the rolling mechanism 26 which may be rotated. By explanation of the actuation at the time of the terahertz photodetection mentioned above, the beam splitter explained as what is located in said 1st rotation location. Although well-known various devices can be adopted as this rolling mechanism 26, it is easy to raise the positioning accuracy of said 1st and 2nd rotation locations.

[0045] having this rolling mechanism 26 with the gestalt of this operation -- for example, the adjustment approach of the alignment of terahertz optical system like the gestalt of the 2nd and operation of the 3rd of this invention mentioned later becomes possible.

[0046] In advance of explanation of those adjustment approaches, the situation of the probe light in each rotation location of a beam splitter 11 is explained with reference to drawing 2 and drawing 3. In drawing 2 and drawing 3, the same sign is given to the same element as the element in drawing 1. In drawing 2 and drawing 3, a continuous line shows the optical path of probe light, and the broken line shows the optical path of terahertz pulsed light. In addition, drawing 2 and drawing 3 show the condition that adjustment of the alignment of terahertz optical system was already performed correctly.

[0047] Drawing 2 is drawing showing the situation of the probe light in the terahertz optical system in drawing 1 in case the beam splitter 11 is located in said 1st rotation location. Drawing 2 (a) shows the situation after probe light carries out incidence to a beam splitter 11 until it carries out incidence to a detector 13. Drawing 2 (b) shows the situation after reflecting with a detector 13 after drawing 2 (a) until it carries out incidence to a generator 8.

[0048] When the beam splitter 11 is located in said 1st rotation location, as shown in drawing 2 (a), the probe light which penetrated 1/2 wavelength plate 16 in drawing 1, and was reflected by the beam splitter 11 is the same optical path as terahertz pulsed light, and it is reflected by the curved mirror 12 and it is condensed by the point of a detector 13 condensing [terahertz pulsed light]. As shown in drawing 2 (b), it is reflected at this condensing point, and the light of the fixed rate of this condensed probe light advances the same optical path as the time of carrying out incidence to a detector 13 to the reverse sense, and returns to a beam splitter 11. Among the probe light which returned to the beam splitter 11, the light of a fixed rate penetrates a beam splitter 11 as it is, and it is reflected with a curved mirror 9 and it is condensed by the point in a generator 8 generating [terahertz pulsed light]. That is, as shown in drawing 2 (b), the probe light reflected with the detector 13 advances the same optical-path top as the optical path of terahertz pulsed light to terahertz light and the reverse sense, and is condensed by the point in a generator 8 generating [terahertz pulsed light]. Since the quantity of light of the probe light at the time of arriving at the generator 8 neighborhood is influenced too much of the reflection factor in a detector 13, the transmission of a beam splitter 11, etc., it decreases compared with the quantity of light of the probe light at the time of arriving at the detector 13 neighborhood.

[0049] Drawing 3 is drawing showing the situation of the probe light in the terahertz optical system in drawing 1 in case the beam splitter 11 is located in said 2nd rotation location. Drawing 3 (a) shows the situation after probe light carries out incidence to a beam splitter 11 until it carries out incidence to a generator 8. Drawing 3 (b) shows the situation after reflecting by the generator 8 after drawing 3 (a) until it carries out incidence to a detector 13.

[0050] When the beam splitter 11 is located in said 2nd rotation location, as shown in drawing 3 (a), the probe light which penetrated 1/2 wavelength plate 16 in drawing 1, and was reflected by the beam splitter 11 is the same optical path as terahertz pulsed light, and it goes on to terahertz pulsed light and the reverse sense, is reflected by the curved mirror 9, and it is condensed by the point of a generator 8 generating [terahertz pulsed light]. As shown in drawing 3 (b), it is reflected at this condensing point, and the light of the fixed rate of this condensed probe light advances the same optical path as the time of carrying out incidence to a generator 8 to the reverse sense, and returns to a beam splitter 11. Among the probe light which returned to the beam splitter 11, a beam splitter 11 is penetrated as it is, it is reflected with a curved mirror 12, and the light of a fixed rate is condensed by the point of a detector 13 condensing [terahertz pulsed light]. Since the quantity of light of the probe light at the time of arriving at the detector 13 neighborhood is influenced too much of the reflection factor in a generator 8, the transmission of a beam splitter 11, etc., it becomes low compared with the quantity of light of the probe light at the time of arriving at the generator 8 neighborhood.

[0051] In addition, although it will be the requisite that the situation of drawing 2 (b) has the property (henceforth the expedient top of explanation and a "probe light reflex property") that a detector 13 reflects probe light at a fixed rate and it will be the requisite that, as for the situation of drawing 3 (b), a generator 8 has a probe light reflex property, as for the detector 13 and the generator 8, it usually has the

probe light reflex property. For example, if a detector 13 and a generator 8 form a nonlinear optical crystal and a dipole antenna as mentioned above, they have a probe light reflex property. When using the probe light of the situation of drawing 2 (b), or the situation of drawing 3 (b) for alignment adjustment, it is desirable to make it the reflection factor of probe light increase if needed by carrying out optical polish of the front face of a detector 13 or a generator 8 etc. On the other hand, neither in the situation of drawing 2 (a), nor the situation of drawing 3 (a), the existence of the probe light reflex property of a detector 13 and a generator 8 is asked.

[0052] Moreover, at the time of measurement of the field strength of terahertz pulsed light, when probe luminous intensity is raised in order to make observation of probe light still easier at the time of alignment adjustment, it is desirable to drop probe luminous intensity on an ND filter etc. so that the reflected light of the probe light shown in drawing 2 (b) may not affect the measurement if needed.

[0053] In addition, with the gestalt of said 1st operation, since the near infrared is used as a probe light, observation of probe light can be easily performed by using observation tools, such as a card system infrared sensor mentioned above. But in the gestalt of said 1st operation, it is also possible to emit the light from the source 1 of femtosecond pulsed light, and to use the light as a probe light. In this case, it also becomes possible by observing the exposure location of the probe light to a detector 13 or a generator 8 with the naked eye to observe the situation of probe light, without using an observation tool.

[0054] [The gestalt of the 2nd operation]

[0055] Next, an example of the adjustment approach of the alignment of said terahertz optical system of the terahertz light equipment by the gestalt of said 1st operation is explained as a gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[0056] With the gestalt of this operation, while a beam splitter 11 observes first the situation of the probe light which reaches near a detector 13 in the condition of being located in said 1st rotation location, using said card system infrared sensor etc. (refer to drawing 2 (a)), the alignment of the element 12 by the side of a detector 13, i.e., a curved mirror, and a detector 13 is adjusted from a beam splitter 11 among terahertz optical system so that probe light may condense in the suitable location of a detector 13.

[0057] Next, a beam splitter 11 is located in said 2nd rotation location by the rolling mechanism 26. Observing the situation of the probe light which reaches near a generator 8 in this condition using said card system infrared sensor etc., the alignment of the element 9 by the side of a generator 8, i.e., a curved mirror, and a generator 8 is adjusted from a beam splitter 11 among terahertz optical system so that probe light may condense at the point of a generator 8 generating [terahertz pulsed light] (refer to drawing 3 (a)).

[0058] Finally, a beam splitter 11 is located in said 1st rotation location by the rolling mechanism 26.

[0059] Thereby, all the terahertz pulsed light generated by the terahertz light generator 8 may reach the terahertz detector 13 effectively.

[0060] According to the gestalt of this operation, the alignment of terahertz optical system can be adjusted using probe light. And since the positioning accuracy of the rotation location of a rolling mechanism 26 can be raised easily, after adjustment of the alignment using probe light, by said conventional adjustment approach, it is mitigated sharply or the repeat of the required trial-and-error mentioned above becomes unnecessary. Therefore, according to the gestalt of this operation, the alignment of terahertz optical system can be adjusted correctly and easily.

[0061] Furthermore, while according to the gestalt of this operation being able to observe probe light easily, without raising probe luminous intensity specially since drawing 2 (a) and the probe light of the situation of drawing 3 (a) are observed, and the probe light of a condition with comparatively much quantity of light is observed, even if it is the case where the generator 8 and the detector 13 do not have the probe light reflex property, the alignment of terahertz optical system can be adjusted.

[0062] In addition, the alignment adjustment phase of the curved mirror 12 in the 1st rotation location and a detector 13 and the alignment adjustment phase of the curved mirror 9 in the 2nd rotation location and a generator 8 may replace sequence. Namely, where a beam splitter 11 is located in the 2nd rotation location at (1) beginning Observing the situation of the probe light which reaches near a generator 8

(refer to drawing 3 (a)) the alignment of a curved mirror 9 and a generator 8 is adjusted, and a beam splitter 11 is located in the 1st rotation location by (2), next the rolling mechanism 26 -- making -- (3) -- in the condition The alignment of a curved mirror 12 and a detector 13 may be adjusted, observing the situation of the probe light which reaches near a detector 13 (refer to drawing 2 (a)). Even if it is this case, the same advantage as the gestalt of this operation is acquired.

[0063] [The gestalt of the 3rd operation]

[0064] Next, other examples of the adjustment approach of the alignment of said terahertz optical system of the terahertz light equipment by the gestalt of said 1st operation are explained as a gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[0065] In the gestalt of this operation, first in the condition that the beam splitter 11 is located in said 2nd rotation location Observing the situation of the probe light which reaches near a generator 8 using said card system infrared sensor etc., so that probe light may condense at the point of a generator 8 generating [terahertz pulsed light] (refer to drawing 3 (a)) The alignment of the element 9 by the side of a generator 8, i.e., a curved mirror, and a generator 8 is adjusted from a beam splitter 11 among terahertz optical system.

[0066] In next, the condition that the beam splitter 11 is located in said 2nd rotation location Observing the situation of the probe light which reaches near a detector 13 using said card system infrared sensor etc., after reflecting by the generator 8, so that probe light may condense in the suitable location of a detector 13 (refer to drawing 3 (b)) The alignment of the element 12 by the side of a detector 13, i.e., a curved mirror, and a detector 13 is adjusted from a beam splitter 11 among terahertz optical system.

[0067] Finally, a beam splitter 11 is located in said 1st rotation location by the rolling mechanism 26.

[0068] Thereby, all the terahertz pulsed light generated by the terahertz light generator 8 may reach the terahertz detector 13 effectively.

[0069] According to the gestalt of this operation, the alignment of terahertz optical system can be adjusted correctly and easily like the gestalt of said 2nd operation.

[0070] [The gestalt of the 4th operation]

[0071] Next, an example of further others of the adjustment approach of the alignment of said terahertz optical system of the terahertz light equipment by the gestalt of said 1st operation is explained as a gestalt of operation of the 4th of this invention.

[0072] With the gestalt of this operation, while a beam splitter 11 observes first the situation of the probe light which reaches near a detector 13 in the condition of being located in said 1st rotation location, using said card system infrared sensor etc. (refer to drawing 2 (a)), the alignment of the element 12 by the side of a detector 13, i.e., a curved mirror, and a detector 13 is adjusted from a beam splitter 11 among terahertz optical system so that probe light may condense in the suitable location of a detector 13.

[0073] In next, the condition that the beam splitter 11 is located in said 1st rotation location Observing the situation of the probe light which reaches near a generator 8 using said card system infrared sensor etc., after reflecting with a detector 13, so that probe light may condense at the point of a generator 8 generating [terahertz pulsed light] (refer to drawing 2 (b)) The alignment of the element 9 by the side of a generator 8, i.e., a curved mirror, and a generator 8 is adjusted from a beam splitter 11 among terahertz optical system.

[0074] Thereby, all the terahertz pulsed light generated by the terahertz light generator 8 may reach the terahertz detector 13 effectively.

[0075] According to the gestalt of this operation, the alignment of terahertz optical system can be adjusted correctly and easily like the gestalt of said 2nd operation. And according to the gestalt of this operation, since it is not necessary to locate a beam splitter 11 in said 2nd rotation location, compared with the gestalt of said the 2nd and 3rd operation, the alignment of terahertz optical system can be adjusted more correctly and more easily.

[0076] By the way, with the gestalt of this operation, since it is not necessary to locate a beam splitter 11 in said 2nd rotation location, a rolling mechanism 26 may be removed in the terahertz light equipment by the gestalt of said 1st operation. According to the gestalt of this operation, the alignment of the

terahertz optical system of the terahertz light equipment which does not have the rolling mechanism 26 can also be adjusted.

[0077] [The gestalt of the 5th operation]

[0078] Next, the case where it is that the terahertz light equipment for adjustment indicates the alignment adjustment approach by the gestalt of operation of the 5th of this invention to be to drawing 4 is mentioned as an example, and is explained.

[0079] Drawing 4 is the outline block diagram showing other examples of terahertz light equipment typically. In drawing 4, the same sign is given to the same as that of the element in drawing 1, or a corresponding element, and the overlapping explanation is omitted.

[0080] The place where the terahertz light equipment shown in drawing 4 differs from the terahertz light equipment shown in drawing 1 is mainly the point of explaining below.

[0081] With the terahertz light equipment shown in drawing 4, after probe light is extended according to the cross section of terahertz pulsed light by the beam expander 30 and passes a polarizer 31, incidence is carried out to a beam splitter 11. Moreover, the curved mirror 12 in drawing 1 is removed, and incidence of the probe light reflected by the terahertz pulsed light and the beam splitter 11 which penetrated the beam splitter 11 is carried out to the nonlinear optical crystal (electro-optics crystal) as a terahertz photodetector 13 as it is, without being condensed. Thereby, the detector 13 is used as a field-like detector. Furthermore, after the probe light which penetrated the detector 13 analyzes light with an analyzer 32, optical intensity distribution are detected by two-dimensional CCD camera 33. After A/D conversion of the picture signal from two-dimensional CCD camera 33 in which said optical intensity distribution are shown is carried out with A/D converter 22, it is incorporated by control and the data-processing section 23. That is, distribution (electric field strength for every each part grade) of the electric field strength of terahertz pulsed light is collectively incorporated by control and the data-processing section 23 as data.

[0082] Control and the data-processing section 23 acquire time series wave [of the electric field strength of the terahertz pulsed light for every each part grade] $E(t)$ by controlling the migration device 25, moving the movable mirror 9 gradually, and acquiring distribution of the electric field strength of the terahertz pulsed light at the time of each time delay (time delay over the terahertz pulsed light of probe light) τ of every one by one. It acquires about the case where it does not arrange with the case where the data in which time series wave [for such every each part grade] $E(t)$ is shown have been arranged in the location which shows a device under test 10 to drawing 4. Based on these data, control and the data-processing section 23 search for the property (namely, distribution of a desired property) of the request for every each part grade of a device under test, and displays this on the displays 24, such as CRT, as an image.

[0083] The elements 9 and 11 between these constitute terahertz optical system from a gestalt of this operation in the generator 8 and the detector 13, and the list so that the above explanation may show.

[0084] By the adjustment approach by the gestalt of this operation, a beam splitter 34 is arranged on the optical path of said probe light, or the optical path of said terahertz light, and the alignment of said terahertz optical system is adjusted, observing [carry out incidence of the light for adjustment so that it may go to the generating section 8 through a beam splitter 34, and] the situation of the light for the adjustment concerned.

[0085] For example, as shown in drawing 4, a beam splitter 34 is arranged between the analyzers 32 and CCD cameras 33 on the optical path of said probe light, a beam splitter 34 is irradiated in the light for adjustment of the light or a near infrared from the optical exposure section 35 for adjustment, and probe light advances the same optical-path top as probe light through a beam splitter 34 at the reverse sense (that is, it faces to a generator 8 like).

[0086] If adjustment of the alignment of terahertz optical system has already been performed correctly, after penetrating an analyzer 32, a detector 13, and a beam splitter 11, it is reflected with a curved mirror 9, and it is condensed by the point of a generator 8 generating [terahertz pulsed light], and the light for this adjustment is reflected here. This reflected light advances the completely same optical path as terahertz pulsed light, reaches a detector 13, penetrates a detector 13, an analyzer 32, and a beam splitter

34, and reaches CCD camera 33.

[0087] Therefore, if the alignment of terahertz optical system is adjusted observing [as the light for adjustment was mentioned above through the beam splitter 34 from the optical exposure section 35 for adjustment, carry out incidence, for example,] the situation of the light for adjustment of a near [CCD camera 33] so that the light for adjustment may irradiate CCD camera 33 appropriately, the alignment can be adjusted correctly. At this time, observation of the situation of the light for adjustment may be performed by displaying on a display 24 the image which CCD camera 33 was operated and was obtained from the CCD camera, and seeing this image, and may be performed using said card system infrared sensor etc. In addition, observing the situation of the probe light which reaches near a generator 8 using said card system infrared sensor etc., the alignment of a curved mirror 9 and a generator 8 may be adjusted so that the light for adjustment may condense at the point of a generator 8 generating [terahertz pulsed light].

[0088] After adjustment of alignment is completed, it is desirable to remove the optical exposure section 35 for adjustment and a beam splitter 34 from terahertz light equipment.

[0089] In addition, the location which inserts a beam splitter 34 may not be limited to the location between an analyzer 32 and CCD camera 33, and may be a location of the arbitration between a camera 33 and a curved mirror 9.

[0090] According to the gestalt of this operation, even if it does not use the rolling mechanism equivalent to the rolling mechanism 26 in drawing 1 , the alignment of terahertz optical system can be adjusted using the light for adjustment introduced from the outside, the repeat of the required trial-and-error mentioned above is sharply mitigated by said conventional adjustment approach, or it becomes unnecessary. For this reason, according to the gestalt of this operation, compared with the gestalt of said the 2nd and 3rd operation, the alignment of terahertz optical system can be adjusted more correctly and more easily, and, moreover, the cost cut of terahertz light equipment can be aimed at.

[0091] As mentioned above, although the gestalt of each operation of this invention was explained, this invention is not limited to the gestalt of these operations.

[0092] For example, the gestalt of said 5th operation is applicable also to adjustment of the terahertz light equipment which transformed the terahertz light equipment shown in drawing 4 as shown in drawing 5 , and the terahertz light equipment which transformed the terahertz light equipment which shows drawing 4 as shown in drawing 6 of the alignment of terahertz optical system.

[0093] Drawing 5 and drawing 6 are the outline block diagrams showing an important section for each example of terahertz light equipment typically, respectively. In drawing 5 and drawing 6 , the same sign is given to the same as that of the element in drawing 4 , or a corresponding element.

[0094] The place where the terahertz light equipment shown in drawing 5 differs from the terahertz light equipment shown in drawing 4 A curved mirror 9 is removed. As a terahertz light generator 8 A field-like generator JIEONGU [MAGORIZU and] for example, a nonlinear optical crystal and BUDI alt.** - Son and BOKO (E. it Budiarto(es)) J. Margolies and S.Jeong, J. Paper of Son and J.Bokor () ["High-Intensity Terahertz Pulses at 1-kHz Repetition Rate",] [IEEE Journal of Quantum] As [indicate / by Electronics, Vol.32, No.10, and pp 1839-1846 (1996)] After the thing in which the optical switch component of the diameter of macrostomia was formed is used and pump light is expanded by the beam expander 40, it is only the point by which incidence is carried out to the generator 8. In addition, since the terahertz pulsed light generated from the generator 8 is not a perfect parallel light, if needed, it may open spacing from a generator 8 immediately after a generator 8, and may arrange a convex lens. Let said spacing be the focal distance of a convex lens. Even if it is this case, the adjustment approach of the gestalt said 5th operation is applicable.

[0095] The place where the terahertz light equipment shown in drawing 6 differs from the terahertz light equipment shown in drawing 4 A curved mirror 9 is removed and semi-conductors, such as InAs which is the generator of the shape of a field of a reflective mold as a terahertz light generator 8, are used. It is only the point that the silicon wafer 42 which acts as a filter which incidence is carried out [filter] to a generator 8 after pump light is expanded by the beam expander 41, pump light is shaded [filter], and makes terahertz pulsed light penetrate alternatively is added.

[0096] Moreover, the gestalt of said 5th operation is applicable also to adjustment of the alignment of the terahertz optical system of the terahertz light equipment shown in drawing 1 . Furthermore, the gestalt of said the 2nd and 3rd operation is applicable also to adjustment of the alignment of the terahertz optical system of these terahertz light equipments, if the rolling mechanism 26 is formed in the terahertz light equipment shown in drawing 4 thru/or drawing 6 , respectively. Even if the gestalt of said 4th operation does not add a rolling mechanism, it is applicable also to adjustment of the alignment of the terahertz optical system of the terahertz light equipment shown in drawing 4 thru/or drawing 6 , respectively.

[0097] Said 2nd [the] thru/or the adjustment approach by the gestalt of the 5th operation cannot ask whether a terahertz light generator is a punctiform generator or it is a field-like generator, cannot ask whether a terahertz photodetector is a punctiform detector or it is a field-like detector, but can apply it to adjustment of the alignment of various terahertz optical system so that the above explanation may also show.

[0098] In addition, the terahertz optical system of the terahertz light equipment with which the adjustment approach by this invention is applied (1) The transparency element (for example, transparency mold lens) which terahertz light penetrates is not included (that is, except a terahertz light generator and a terahertz photodetector). [whether it is what consists of only reflective elements (for example, mirrors, such as a plane mirror and a curved mirror) made to reflect terahertz light, and] or -- the case where the transparency element which (2) terahertz light penetrates is included -- the transparency element concerned -- terahertz light and probe light (or light for adjustment) -- receiving -- **** -- the ingredient (TPX (it is equal. the refractive index of this -- terahertz light, and visible and infrared light -- receiving -- **** --)) which has an equal refractive index etc. -- being constituted is desirable.

[0099]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the alignment of terahertz optical system can be adjusted correctly and easily.

[Translation done.]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The generating section of terahertz light, and the detecting element which detects the terahertz light which occurs from this generating section and reaches through a predetermined optical path, The beam splitter arranged on the optical path between said generating sections and said detecting elements, The terahertz optical system which ****, and the probe light exposure section which irradiates probe light through said beam splitter at said detecting element at the time of detection of the terahertz light by said detecting element, The 1st rotation location which makes said probe light from said probe light exposure section said beam splitter go to said detecting element, And terahertz light equipment characterized by equipping the 2nd rotation location which makes said probe light from said probe light exposure section go to said generating section with the rolling mechanism which may be rotated.

[Claim 2] The generating section of terahertz light, and the detecting element which detects the terahertz light which occurs from this generating section and reaches through a predetermined optical path, The terahertz optical system which has the beam splitter arranged on the optical path between said generating sections and said detecting elements, The probe light exposure section which irradiates probe light through said beam splitter at said detecting element at the time of detection of the terahertz light by said detecting element, It is the adjustment approach of adjusting the alignment of said terahertz optical system of ***** terahertz light equipment. The 1st rotation location which makes said probe light from said probe light exposure section said beam splitter go to said detecting element, And where said beam splitter is located in the 2nd rotation location which makes said probe light from said probe light exposure section go to said generating section in said 2nd rotation location using the rolling mechanism which may be rotated The adjustment approach characterized by having the 1st phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, and the 2nd phase of using said rolling mechanism and locating said beam splitter behind said 1st phase in said 1st rotation location, observing the situation of said probe light.

[Claim 3] The adjustment approach according to claim 2 characterized by having the 3rd phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system while observing the situation of said probe light where said beam splitter is located in said 1st rotation location.

[Claim 4] Said 3rd phase is the adjustment approach according to claim 3 characterized by including the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light which emits from said probe light exposure section, and reaches near said detecting element.

[Claim 5] Said 3rd phase is the adjustment approach according to claim 3 or 4 characterized by including the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light which reaches near said generating section through said beam splitter after emitting from said probe light exposure section and being reflected by said detecting element.

[Claim 6] Said 1st phase is the adjustment approach according to claim 2 to 5 characterized by including the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light which emits from said probe light exposure section, and reaches near said generating section.

[Claim 7] Said 1st phase is the adjustment approach according to claim 2 to 6 characterized by including the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of said probe light which reaches near said detecting element through said beam splitter after emitting from said probe light exposure section and being reflected in said generating section.

[Claim 8] The generating section of terahertz light, and the detecting element which detects the terahertz light which occurs from this generating section and reaches through a predetermined optical path, The terahertz optical system which has the beam splitter arranged on the optical path between said generating sections and said detecting elements, The probe light exposure section which irradiates probe light through said beam splitter at said detecting element at the time of detection of the terahertz light by said detecting element, Observing the situation of said probe light which is the adjustment approach of

adjusting the alignment of said terahertz optical system of ***** terahertz light equipment, emits from said probe light exposure section, and reaches near said detecting element Observing the situation of said probe light which reaches near said generating section through said beam splitter, after emitting from said probe light exposure section and being reflected by said detecting element, the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, and The adjustment approach characterized by having the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system.

[Claim 9] The generating section of terahertz light, and the detecting element which detects the terahertz light which occurs from this generating section and reaches through a predetermined optical path, The terahertz optical system which has the 1st beam splitter arranged on the optical path between said generating sections and said detecting elements, The probe light exposure section which irradiates probe light through said 1st beam splitter at said detecting element at the time of detection of the terahertz light by said detecting element, Are the adjustment approach of adjusting the alignment of said terahertz optical system of ***** terahertz light equipment, and the 2nd beam splitter is arranged on the optical path of said probe light, or the optical path of said terahertz light. The adjustment approach characterized by having the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing [carried out incidence of the light for adjustment so that it might go to said generating section through said 2nd beam splitter, and] the situation of the light for the adjustment concerned.

[Claim 10] Said phase is the adjustment approach according to claim 11 characterized by including the phase of adjusting the alignment of said terahertz optical system, observing the situation of the light for said adjustment reflected in said generating section.

[Translation done.]